

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. September 2005 (22.09.2005)

PCT

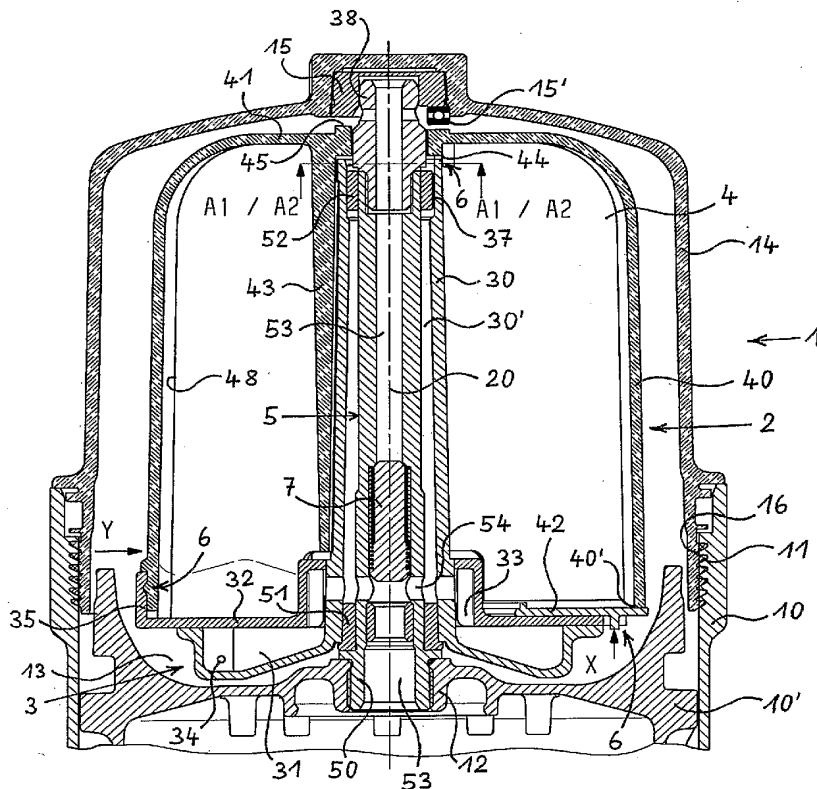
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/087383 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B04B 5/00**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/002783
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. März 2005 (16.03.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
20 2004 004 215.0 17. März 2004 (17.03.2004) DE
20 2004 008 785.5 2. Juni 2004 (02.06.2004) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **HENGST GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Nienkamp 55-85, 48147 Münster (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAUMANN, Dieter** [DE/DE]; Überwasserstrasse 10, 48268 Greven (DE). **GROSSE WIESMANN, Karl** [DE/DE]; Erlenstrasse 7, 48301 Nottuln (DE). **PRINZ, Norbert** [DE/DE]; Rilkeweg 28, 48268 Greven (DE).
- (74) Anwälte: **LINNEMANN, Winfried** usw.; Schulze Horn & Partner GbR, Postfach 20 20 05, 48101 Münster (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: IMPULSE CENTRIFUGE FOR THE PURIFICATION OF THE LUBRICATING OIL FROM AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: FREISTRAHLZENTRIFUGE FÜR DIE REINIGUNG DES SCHMIERÖLS EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an impulse centrifuge (1) for the purification of lubricating oil, comprising a housing (10) with a removable lid (14), a rotor (2) arranged to rotate in the housing (10) and channels for the introduction and extraction of the lubricating oil, whereby the rotor (2) is a two-piece embodiment with a drive piece (3) and a contaminant trap piece (4), each of which has a lubricating oil flow running therethrough and embodied with torque transmission means (6) which may be engaged or disengaged. The contaminant trap piece (4) can be separated from the drive piece (3) and means for preventing or limiting the axial freedom of the contaminant trap piece (4) relative to the drive piece (3) are provided, which are non-effective or removed on removing the lid (14). Said impulse centrifuge (1) is characterised in that the drive piece (3) runs upwards into or through the contaminant trap piece (4) such that the drive piece (3) comprises all the components for the mounting of the rotor (2) and the drive piece (3) is securely mounted to prevent axial withdrawing with an open lid (14).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/087383 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Freistrahlfzentrifuge (1) für die Reinigung von Schmieröl, mit einem Gehäuse (10) mit einem abnehmbaren Deckel (14), mit einem im Gehäuse (10) drehbar angeordneten Rotor (2) und mit Kanälen zur Zuführung und zur Abführung des Schmieröls, wobei der Rotor (2) zweiteilig ausgeführt ist mit einem Antriebsteil (3) und einem Schmutzfangteil (4), die jeweils von einem eigenen Schmierölteilstrom durchströmbar sind und die mit Drehmomentübertragungsmitteln (6) ausgeführt sind, die in und außer Eingriff bringbar sind, wobei der Schmutzfangteil (4) vom Antriebsteil (3) getrennt werden kann und wobei Mittel zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) vorgesehen sind, die bei abgenommenem Deckel (14) wirkungslos oder lösbar sind. Die erfindungsgemäße Freistrahlfzentrifuge (1) ist dadurch gekennzeichnet, daß sich der Antriebsteil (3) von unten her nach oben hin in den Schmutzfangteil (4) hinein oder durch diesen hindurch erstreckt, daß der Antriebsteil (3) alle zur drehbaren Lagerung des Rotors (2) dienenden Teile umfaßt und daß der Antriebsteil (3) gegen axiales Herausziehen bei geöffnetem Deckel (14) gesichert gelagert ist.

Beschreibung:Freistrahlfuge für die Reinigung des Schmieröls einer Brennkraftmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Freistrahlfuge für die Reinigung des Schmieröls einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse, das mit einem abnehmbaren Deckel verschlossen ist, mit einem im Gehäuse drehbar angeordneten Rotor und mit Kanälen zur Zuführung des zu reinigenden, unter Druck stehenden Schmieröls und zur Abführung des gereinigten, drucklosen Schmieröls, wobei der Rotor zweiteilig ausgeführt ist mit einerseits einem mindestens eine Rückstoßdüse aufweisenden Antriebsteil und andererseits einem einen Schmutzsammelbereich aufweisenden Schmutzfangteil, wobei der Antriebsteil von einem ersten Schmierölteilstrom und der Schmutzfangteil von einem zweiten Schmierölteilstrom durchströmbar ist, wobei der Antriebsteil und der Schmutzfangteil mit formschlüssig miteinander zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmitteln ausgeführt sind, die durch axiales Aufstecken des Schmutzfangteils auf den Antriebsteil in Eingriff und durch axiales Abziehen des Schmutzfangteils vom Antriebsteil außer Eingriff bringbar sind, wobei der Schmutzfangteil zur Entsorgung oder Reinigung vom Antriebsteil getrennt werden kann und wobei in der Zentrifuge Mittel vorgesehen oder angebracht sind, die im Betrieb der Zentrifuge zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum

Antriebsteil dienen und die bei abgenommenem Deckel wirkungslos oder lösbar sind.

Eine erste Freistrahlpzentrifuge ist aus DE 200 10 612 U1 bekannt. Bei dieser Zentrifuge besteht das Rotorgehäuse aus zwei Teilen, die lösbar miteinander verbindbar sind, wobei der Antriebsteil erste Verbindungsmittel und der Schmutzfangteil zweite, korrespondierende Verbindungsmittel aufweist. In konkreter Ausführung bestehen diese Verbindungsmittel aus einem Bajonettverschluß, der durch begrenztes Verdrehen der beiden Teile des Rotors gegeneinander in und außer Eingriff gebracht werden kann.

Als nachteilig hat sich bei dieser bekannten Freistrahlpzentrifuge herausgestellt, daß für das Trennen des Schmutzfangteil des Rotors von dessen Antriebsteil zunächst der komplette Rotor aus dem Gehäuse der Freistrahlpzentrifuge herausgenommen werden muß und daß dann die beiden Teile des Rotors gegeneinander unter Aufbringung eines gewissen Drehmoments, das zur Lösung des Bajonettverschlusses erforderlich ist, verdreht werden müssen. Da der Rotor der Freistrahlpzentrifuge in seinem Betrieb auch auf seiner äußeren Oberfläche durch Ölspritzer benetzt wird, ist es häufig schwierig, manuell das erforderliche Drehmoment zur Lösung und Herstellung der Verbindung zwischen den beiden Rotorteilen aufzubringen. Dies macht es erforderlich, daß insbesondere vor einem Trennen der beiden Rotorteile voneinander die äußere Oberfläche des Rotors zunächst von anhaftendem Öl gereinigt werden muß, um dann das erforderliche Drehmoment zum Lösen des Bajonettverschlusses aufbringen zu können. Alternativ ist die Verwendung von Werkzeugen denkbar, wofür dann aber einerseits die beiden Rotorteile mit geeigneten Ansatzflächen für je ein Werkzeug ausgestattet werden müssen und wofür andererseits passende Spezialwerkzeuge,

die mit je einem der beiden Rotorteile in Eingriff bringbar sind, vorgehalten werden müssen. In jedem Falle ist das Ergebnis eine zeitaufwendige und umständliche Handhabung des Rotors, wenn dieser in seine beiden Teile getrennt werden soll, was bei jeder Wartung der Freistrahlezentrifuge erforderlich wird. Zudem ist als nachteilig anzusehen, daß hier ein stabiler und druckfester Rotor erforderlich ist, weil im Inneren des Rotors der volle hydraulische Druck des zu reinigenden Schmieröls herrscht, denn der gesamte durch die Zentrifuge geführte Ölstrom durchströmt zunächst das Rotorinnere und wird dann den Rückstoßdüsen im Antriebsteil zugeführt.

Aus DE 43 11 906 A1 ist eine Vorrichtung zum Entlüften des Kurbelgehäuses einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei die Vorrichtung eine Trenneinrichtung für in den Kurbelgehäusegasen mitgeführte Ölpartikel umfaßt, die mit einer zum Ansaugtrakt führenden Absaugleitung verbunden ist. Dabei dient als Trenneinrichtung eine zur Schmierölsreinigung der Brennkraftmaschine vorgesehene Ölzentrifuge. Der Rotor der Ölzentrifuge besteht aus zwei Teilen, die im Betrieb der Zentrifuge dicht miteinander verbunden sind. Über eine Trennbarkeit der beiden Rotorteile voneinander ist in dem genannten Dokument nichts ausgeführt, so daß davon auszugehen ist, daß die Rotorteile zwar als Einzelteile gefertigt sind, anschließend aber dauerhaft verbunden sind. Demzufolge ist auch eine separate Entsorgbarkeit nur des Schmutzfangteils mit dem darin abgelagerten Schmutz in diesem Dokument nicht offenbart. Auch bei dieser Zentrifuge steht der Rotor unter dem hydraulischen Druck des zu reinigenden Schmieröls, wobei dieser hydraulische Druck gezielt dazu genutzt wird, den Rotor im Betrieb von seinem unteren Lager abzuheben und gegen ein an der Oberseite des Rotors und der Unterseite des Gehäusedeckels der Zentrifuge vorgesehenes Axiallager zu

drücken. Aus diesem Grund muß der Rotor auch hier stabil und druckfest ausgestaltet sein.

Aus DE 1 012 776 B ist eine weitere Freistrahlfzentrifuge bekannt, bei der der Rotor zweiteilig ausgeführt ist. Bei dieser bekannten Ausführung besitzen die beiden Teile des Rotors radial unten und außen einen Überlappungsbereich, in dem sie mittels mehrerer Schrauben dicht und lösbar miteinander verbunden sind. Damit ist eine getrennte Entsorgung oder eine Reinigung nur des Schmutzfangteils des Rotors zwar möglich, jedoch ist das Zerlegen des Rotors in Schmutzfangteil und Antriebsteil aufgrund der Verbindungsschrauben, die einzeln gelöst werden müssen, umständlich und zeitaufwendig, ebenso wie der anschließende Zusammenbau. Zudem ist auch hier ein stabiler und druckfester Rotor erforderlich, weil im Inneren des Rotors der volle hydraulische Druck des zu reinigenden Schmieröls herrscht, da auch hier das Schmieröl zunächst das Rotorinnere durchströmt und dann den Rückstoßdüsen im Antriebsteil zugeführt wird.

Aus WO 98/46 361 A1 ist ein Rotor für eine Freistrahlfzentrifuge bekannt, der wenigstens ein Leitelement aufweist, welches sich von einer inneren Wand zur äußeren Wand des Rotorinnenraumes erstreckt. Durch dieses Leitelement oder mehrere derartige Leitelemente soll der Rotor so versteift werden, daß die Möglichkeit besteht, ihn aus einem Kunststoff herzustellen. Der Rotor ist hier gemäß einem beschriebenen Ausführungsbeispiel aus zwei Teilen gefertigt, die miteinander zu dem kompletten Rotor verbunden, hier verklippt sind. Die Klipsverbindungsmitel sind dabei so ausgestaltet, daß nach der erstmaligen Herstellung der Verbindung eine zerstörungsfreie Trennung der beiden Rotorteile nicht mehr möglich ist. Eine solche Trennung ist auch nicht vorgesehen, weil der komplette Rotor auf-

grund seiner Fertigung aus Kunststoff so preiswert werden soll, daß er ohne Kostennachteil nach seinem Einsatz komplett entsorgt werden kann. Auch bei diesem bekannten Rotor herrscht in dessen Innerem im Betrieb der volle hydraulische Schmieröldruck, weil das Schmieröl zunächst den Rotorinnenraum durchströmt und anschließend den Rückstoßdüsen für den Antrieb des Rotors zugeführt wird. Damit ist auch hier eine stabile Konstruktion des Rotors zur Erzielung der erforderlichen Druckfestigkeit erforderlich.

In DE 1 105 351 B ist eine Freistrahlezentrifuge offenbart, die, abweichend von der üblichen Anordnung, die Besonderheit aufweist, daß der Antriebsteil mit den Rückstoßdüsen einen oberen Teil des Rotors bildet und daß der Schmutzfangteil des Rotors dessen unteren Teil bildet. Die beiden Rotorteile sind über mehrere Verbindungsschrauben dichtend und lösbar miteinander verbunden. Auch hier besteht der Nachteil, daß für das Zerlegen des Rotors dieser zunächst komplett aus dem Gehäuse ausgebaut werden muß und daß danach mehrere Schrauben herausgedreht werden müssen, bevor der Schmutzfangteil vom Antriebsteil getrennt werden kann. Die Montage erfordert einen gleich hohen Aufwand, so daß eine einfache und schnelle Wartung der Zentrifuge nicht möglich ist. Zudem muß auch hier der Rotor stabil und druckfest ausgeführt werden, da er unter dem vollen Schmieröldruck steht, denn auch hier strömt das Schmieröl zunächst durch den Rotorinnenraum und anschließend durch die Rückstoßdüsen.

Die WO 00/23 194 A1 zeigt eine Zentrifuge, die einen zweiteiligen Rotor aufweist. Die beiden Teile des Rotors können entweder miteinander verschraubt sein, wodurch ein nachträgliches Trennen möglich bleibt, oder sie können dauerhaft miteinander verklebt oder verschweißt sein. Bei

der trennbaren Ausführung dient das Trennen des Rotors zum Einbauen eines Rotoreinsatzes und später nach einer gewissen Betriebszeit zu einer bedarfsweisen Inspektion und Auswechslung des Rotoreinsatzes. Der Antrieb ist bei dieser bekannten Zentrifuge räumlich von dem Rotor beabstandet angeordnet und besteht entweder aus einer Turbine oder einem Elektromotor. Beide Antriebe sind im Vergleich zu Rückstoßdüsen am Rotor sehr aufwendig und haben sowohl höhere Herstellungskosten als auch einen größeren Einbauraum für die Zentrifuge zur Folge. Dies widerspricht einer allgemein angestrebten kompakten Bauweise und kostengünstigen Herstellbarkeit.

Aus der älteren, nicht vorveröffentlichten DE 10 2004 005 920 A1 geht eine Rotorbaugruppe zur Verwendung als Teil einer Zentrifuge zur Abtrennung partikelförmigen Materials aus einem Fluid hervor. Die Rotorbaugruppe umfaßt eine Sammelkammer, welche eine Partikelabtrenneinrichtung beherbergt, sowie eine Antriebskammer mit einer Hero-Turbine. Die Antriebskammer ist mit der Sammelkammer zusammenbaubar und von ihr trennbar. Die Passung zwischen der Antriebskammer und der Sammelkammer überträgt jede durch die Hero-Turbine hervorgerufene Drehbewegung der Antriebskammer unmittelbar auf die Sammelkammer zur Partikelabtrennung. Indem die Antriebskammer von der Sammelkammer trennbar ist, kann die Sammelkammer mit dem in ihr angefallenen Schlamm entsorgt werden.

Als nachteilig wird bei dieser bekannten Rotorbaugruppe angesehen, daß die Antriebskammer vollständig außerhalb, hier unterhalb, der Sammelkammer liegt. Dies führt dazu, daß neben zwei im Bereich der Antriebskammer vorgesehenen Lagern immer ein drittes Lager an dem von der Antriebskammer entfernten, hier oberen, Ende der Sammelkammer benötigt wird, um eine ausreichende Lagerung mit einem gu-

ten Rundlauf der Sammelkammer zu gewährleisten. Dieses dritte Lager führt zu einem erhöhten Herstellungs- und Montageaufwand und zu einem zusätzlichen Gewicht. Weiterhin wird als nachteilig angesehen, daß bei jedem Entnehmen und Einbauen der Sammelkammer das obere, dritte Lager mechanisch beansprucht wird, was für dessen Lebensdauer ungünstig ist. Damit besteht die Gefahr, daß das dritte Lager mit der Zeit einen erhöhten Reibungswert aufweist, was zu einer Verringerung der ansonsten erzielbaren Drehzahl des Rotors führt. Schließlich ist noch als Nachteil zu erwähnen, daß bei einem Entnehmen der Sammelkammer aus dem Gehäuse der Zentrifuge nicht gewährleistet ist, daß die Antriebskammer sicher innerhalb der Zentrifuge verbleibt. Vielmehr kann es unbeabsichtigt dazu kommen, daß beim Herausnehmen der Sammelkammer auch die Antriebskammer mitgenommen wird, wodurch die beiden Lager der Antriebskammer in unerwünschter Weise mechanisch belastet werden. Auch hier führt jede Beschädigung der Lager zu einer erhöhten Lagerreibung und zu einer Verminderung der erzielbaren Drehzahl des Rotors bei einer vorgegebenen Antriebsleistung.

Für die vorliegende Erfindung stellt sich deshalb die Aufgabe, eine Freistrahlezentrifuge der eingangs genannten Art zu schaffen, die die vorstehend dargelegten Nachteile vermeidet und bei der insbesondere eine leichte und kompakte Bauweise erreicht wird, bei der ein dauerhaft leichtgängiger Lauf mit hoher Drehzahl sichergestellt ist, bei der eine einfache separate Entnahme und Entsorgung des Schmutzfangteils des Rotors möglich ist und bei der die erforderlichen Wartungsarbeiten schnell und einfach durchführbar sind. Dabei sollen ein hoher Wirkungsgrad, eine hohe betriebliche Zuverlässigkeit und eine kostengünstige Fertigung erreicht werden.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt erfindungsgemäß mit einer Freistrahlfzentrifuge der eingangs genannten Art, die dadurch gekennzeichnet ist,

- daß sich der Antriebsteil von unten her nach oben hin in den Schmutzfangteil hinein oder durch diesen hindurch erstreckt,
- daß der Antriebsteil alle zur drehbaren Lagerung des Rotors dienenden Teile umfaßt und
- daß der Antriebsteil gegen axiales Herausziehen bei geöffnetem Deckel gesichert gelagert ist.

Mit der Erfindung wird eine Freistrahlfzentrifuge geschaffen, die einerseits bei einer kompakten und relativ leichten Bauweise eine einfache und dadurch kostengünstige Konstruktion aufweist und die andererseits zuverlässig im Betrieb ist und bei der eine schnelle und einfache Wartung, bei der nur der Schmutzfangteil mit dem darin abgelagerten Schmutz aus dem Gehäuse entnommen wird, möglich ist. Da bei Brennkraftmaschinen eine regelmäßige Wartung, üblicherweise in Verbindung mit einem Ölwechsel und einem Ölfilterwechsel, vorgenommen wird, ist die Zentrifuge zweckmäßig so ausgelegt, daß der Schmutzfangteil ihres Rotors eine Schmutzaufnahmekapazität hat, die für ein vorgesehenes Wartungsintervall ausreichend bemessen ist. Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Freistrahlfzentrifuge besteht darin, daß der Antriebsteil als Lebensdauerbauteil in der Zentrifuge über deren gesamte Einsatzzeit verbleiben kann. Hierdurch wird ein unnötiger Austausch des Antriebsteils bei der Wartung der Zentrifuge vermieden, was Kosten einspart. Da der Antriebsteil alle zur drehbaren Lagerung des Rotors nötigen Teile, d.h. insbesondere die dafür nötigen Lager, umfaßt, werden die Lager beim Wechseln des Schmutzfangteils nicht getrennt und wieder zusammengefügt, was der Güte und Lebensdauer der Lager zugute kommt und auf Dauer eine hohe

Rotordrehzahl gewährleistet. Dadurch, daß sich der Antriebsteil von unten her nach oben hin in den Schmutzfangteil hinein, also in dessen Inneres, oder durch den Schmutzfangteil hindurch erstreckt, können die Lager in Axialrichtung des Rotors vorteilhaft weit voneinander beabstandet werden. Dadurch wird ein zusätzliches, drittes Lager außerhalb des Antriebsteils, z.B. am oberen Ende des Schmutzfangteils, für die Drehlagerung des Rotors nicht benötigt und es ist dennoch ein guter Rundlauf des Rotors gewährleistet. Die gegen axiales Herausziehen bei geöffnetem Deckel gesicherte Lagerung des Antriebsteils verhindert zuverlässig ein ungewolltes Herausziehen des Antriebsteils zusammen mit dem Schmutzfangteil und sorgt so zuverlässig dafür, daß der Antriebsteil immer in der Zentrifuge verbleibt und daß die Lager keine Schäden erleiden.

Weiter hat die erfindungsgemäße Freistrahlezentrifuge die Eigenschaft, daß der Antriebsteil und der Schmutzfangteil jeweils von einem eigenen Schmierölteilstrom durchströmbar sind. Hiermit wird erreicht, daß im Betrieb der Zentrifuge nur der Antriebsteil unter dem vollen, von einer zufördernden Schmierölpumpe erzeugten hydraulischen Druck des zur reinigenden Schmieröls stehen muß, während dagegen der Innenraum des Rotors von dem hydraulischen Druck des zur reinigenden Schmieröls nicht mehr belastet wird. Dies kann z.B. einfach dadurch erreicht werden, daß ein das zu reinigende Schmieröl in das Innere des Rotors führender Ölkanal eine Querschnittsverengung aufweist, an der der hydraulische Druck des zugeführten, zu reinigenden Schmieröls vor dem Eintritt in das Innere des Rotors heruntergedrosselt wird. Auf diese Weise muß der Rotor nur noch die in Folge seiner Drehung auftretenden, durch Zentrifugalkraft hervorgerufenen Kräfte aufnehmen, wodurch eine deutliche Entlastung des Rotors erreicht wird.

Dies erlaubt die Verwendung von einfacheren und/oder weniger Dichtungen und von weniger stabilen Materialien oder die Verringerung der Wandstärken des Rotors.

Um einerseits die beiden Rotorteile möglichst einfach voneinander trennen und miteinander verbinden zu können und um gleichzeitig zu gewährleisten, daß der Schmutzfangteil die Rotation der Antriebseinheit schlupffrei mitmacht, ist weiter vorgesehen, daß der Antriebsteil und der Schmutzfangteil mit formschlüssig miteinander zusammenwirkenden Drehmomentsübertragungsmitteln ausgeführt sind, die durch einfaches axiales Aufstecken und axiales Auseinanderziehen in und außer Eingriff bringbar sind. Damit genügt eine einfache Bewegung in nur einer Richtung, nämlich in Axialrichtung, um den Schmutzfangteil mit dem Antriebsteil zu verbinden oder diese Teile voneinander zu trennen. Drehbewegungen unter Aufbringung eines Drehmoments, wie sie z.B. bei einem Bajonettverschluß nötig sind, oder das Lösen und Anbringen von mehreren einzelnen Schrauben sind hier nicht erforderlich.

Um zu gewährleisten, daß der Schmutzfangteil nach dem axialen Aufstecken seine Position relativ zu dem Antriebsteil beibehält, sind in der Zentrifuge Mittel vorgesehen oder angebracht, die im Betrieb der Zentrifuge zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil dienen. Zugleich sind diese Mittel so ausgeführt, daß sie bei abgenommenem Deckel wirkungslos oder lösbar sind. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß im Betrieb der Freistrahlezentrifuge der Schmutzfangteil seine vorgesehene Position relativ zum Antriebsteil beibehält, wodurch die erforderliche Dichtigkeit zwischen den beiden Teilen des Rotors und die erforderliche Übertragung des Antriebs-

drehmoments vom Antriebsteil zum Schmutzfangteil sichergestellt werden.

In weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Freistrahlfzentrifuge ist vorgesehen, daß der Antriebsteil einen zentralen, einen Schmierölkanal bildenden Rohrkörper und mindestens einen sich vom Rohrkörper radial nach außen erstreckenden Düsentragkörper mit wenigstens einem zu der Rückstrahldüse/den Rückstrahldüsen führenden Ölzweigkanal umfaßt. Auf diese Weise wird eine günstige Gestaltung des Antriebsteils erreicht, wobei der Rohrkörper zweckmäßig zur Lagerung des Rotors und zur Führung des Öls zum Rotorinnenraum genutzt wird und der Düsentragkörper zum Haltern der Düsen und zur Zuführung des unter Druck stehenden Öls zu den Düsen genutzt wird. Bevorzugt liegt der Düsentragkörper unten am Rohrkörper; alternativ kann der Düsentragkörper auch oben am Rohrkörper vorgesehen sein.

Eine erste Weiterbildung der zuvor angegebenen Ausführung der Freistrahlfzentrifuge sieht vor, daß der Düsentragkörper die Form eines doppelten Bodens hat, in dessen Zwischenraum die Ölzweigkanäle ausgebildet sind. In dieser Ausgestaltung wird der Zwischenraum zwischen den beiden Böden des Düsentragkörpers für die Führung des unter Druck stehenden Öls zu den Düsen genutzt, wobei selbstverständlich die beiden Böden entsprechend druckfest ausgeführt sind.

Eine Alternative schlägt vor, daß der Düsentragkörper die Form einer Scheibe hat, in der die Ölzweigkanäle ausgebildet sind. Eine Scheibe ist ein geometrisch vorteilhaft einfaches Bauteil, das problemlos ausreichend druckfest gestaltet werden kann.

In einer weiteren Alternative ist der Düsentragkörper in Form von einem oder mehreren rohrförmigen Armen ausgebildet, wobei durch den/jeden Arm ein Ölzweigkanal verläuft. Der Düsentragkörper hat bei dieser Ausführung der Zentrifuge eine besonders einfache und wenig Raum beanspruchende Form, insbesondere wenn nur ein oder zwei Arme mit je einer Rückstoßdüse vorgesehen werden, was im allgemeinen völlig ausreichend ist. Der dabei in Umfangsrichtung gesehen neben dem rohrförmigen Arm oder zwischen den rohrförmigen Armen verbleibende Raum kann dann vorteilhaft für den Rotor der Zentrifuge mit genutzt werden. Dies erlaubt ein größeres Volumen des Rotorinnenraums bei vorgegebenem Einbauraum für die Zentrifuge.

Die drehbare Lagerung des Rotors kann unterschiedlich erfolgen. Eine erste Ausführung schlägt im Hinblick auf diese Lagerung vor, daß der Rotor auf einer einen Teil des Gehäuses bildenden, am übrigen Gehäuse starr oder gelenkig befestigten Achse gelagert ist, die den Rotor durchsetzt und die mit ihrem oberen Ende im aufgesetzten Deckel lösbar abgestützt und zentriert ist. Diese Lösung stellt eine besonders stabile und belastbare Konstruktion dar. Die Achse kann hier im Normalfall als Lebensdauerbauteil in der Zentrifuge verbleiben.

Alternativ dazu kann der Rotor auf einer einen starren Teil des Gehäuses bildenden Achse gelagert sein, die in den Rotor hineinragt und die mit ihrem oberen Ende im Abstand zum aufgesetzten Deckel endet. Dabei kann die Achse schon im Rotor oder erst über diesem enden. Der Rotor und/oder der Deckel können hier einfacher ausgeführt sein. Die Achse kann auch hier im Normalfall als Lebensdauerbauteil in der Zentrifuge verbleiben.

Eine dritte Variante der Rotorlagerung schlägt vor, daß der Rotor unten und oben mittels je eines Achsstummels gelagert ist, wobei die Achsstummel Teile des Rotors oder Teile des Gehäuses und dessen Deckels sind. Hier bleibt vorteilhaft das Innere des Rotors frei von Lagerungsmitteln.

Zur reibungsarmen Lagerung des Rotors können, wie an sich bekannt, Gleitlager und/oder Wälzlager eingesetzt werden.

Der Schmutzfangteil kann in unterschiedlicher Art und Weise gestaltet sein. Eine erste Ausgestaltung sieht vor, daß der Schmutzfangteil durch einen axial unten und axial oben jeweils ganz oder teilweise offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand gebildet ist, wobei axial unten der Düsentragkörper im zusammengesetzten Zustand des Rotors einen den Rotorinnenraum nach unten zumindest zum Teil begrenzenden Boden bildet und wobei axial oben der Hohlkörper durch einen separaten, fest oder lösbar angebrachten Schmutzfangteildeckel verschlossen ist.

Eine zweite Ausgestaltung sieht alternativ dazu vor, daß der Schmutzfangteil durch einen becherförmigen, axial oben offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand gebildet ist, wobei axial oben der Hohlkörper durch einen separaten, fest oder lösbar angebrachten Schmutzfangteildeckel verschlossen ist.

Eine dritte Ausgestaltung schlägt als weitere Alternative vor, daß der Schmutzfangteil durch einen glockenförmigen, axial unten ganz oder teilweise offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand gebildet ist, wobei axial unten der Düsentragkörper im zusammengesetzten Zustand des Rotors einen den Rotorinnenraum nach unten zumindest zum Teil begrenzenden Boden bildet.

Eine vierte Ausgestaltung besteht darin, daß der Schmutzfangteil durch einen dosenförmigen, axial unten und axial oben geschlossenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand gebildet ist.

In jeder der vier vorstehend angegebenen Ausgestaltungen des Schmutzfangteils kann der diesen Schmutzfangteil bildende Hohlkörper zusätzlich eine radial innere, rohrförmige Wand aufweisen, die insbesondere zur Versteifung des Schmutzfangteils dient.

Die Drehmomentübertragungsmittel können an verschiedenen Stellen des Rotors angeordnet sein. Eine erste bevorzugte Ausführung schlägt vor, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil des Rotors in dessen radial innerem, axial oberem Bereich angeordnet sind. Diese Anordnung der Drehmomentübertragungsmittel bietet insbesondere den Vorteil, daß die Drehmomentübertragungsmittel für das Wartungspersonal beim Aufsetzen des Schmutzfangteils auf den Antriebsteil sichtbar sind, was dazu beiträgt, die Montage sehr einfach zu halten und Montagefehler zu vermeiden.

Alternativ oder zusätzlich zur vorgenannten Ausführung können die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil des Rotors in dessen axial unterem Bereich angeordnet sein. Diese Anordnung der Drehmomentübertragungsmittel ist sowohl bei der axial unten offenen als auch bei der axial unten geschlossenen Ausführung des Schmutzfangteils einsetzbar. Wenn bei dieser Ausführung die Drehmomentübertragungsmittel radial außen liegen, treten hier bei der Übertragung eines gegebenen Drehmoments kleinere in Umfangsrichtung von Antriebsteil und Schmutzfangteil wirkende Kräfte auf, was

eine leichtere Ausführung der Drehmomentübertragungsmittel erlaubt.

Für die Ausführung des Antriebsteils mit Armen ist bevorzugt vorgesehen, daß der Schmutzfangteil unterseitig eine die Arme des Antriebsteils axial übergreifende, mit diesen Armen die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil des Rotors bildende Kontur hat. Der Antriebsteil braucht hier vorteilhaft keine separaten Drehmomentübertragungsmittel und am Schmutzfangteil können die dortigen Drehmomentübertragungsmittel sehr einfach ausgeführt sein.

Ergänzend kann die Kontur der Unterseite des Schmutzfangteils zusätzlich als mit den Armen des Antriebsteils axial in und außer Eingriff bringbare Rastverbindung ausgestaltet sein. Hiermit kann auf einfache Weise der Schmutzfangteil auf dem Antriebsteil ausreichend gegen ein axiales Verschieben gesichert werden.

Um das im Inneren des Rotors befindliche, zu reinigende Öl möglichst wirksam in Drehung zu versetzen, wenn der Rotor in Drehung versetzt wird, ist weiter vorgesehen, daß der Schmutzfangteil in seinem Inneren radial oder überwiegend radial verlaufende Leit- und Versteifungswände aufweist. Zudem wird so eine mechanische Versteifung des Schmutzfangteils ermöglicht, was den Einsatz von leichterem oder dünnwandigerem Material für den Schmutzfangteil und/oder einen Betrieb mit höherer Drehzahl erlaubt.

Eine Weiterbildung der vorstehend zuletzt angegebenen Ausführung der Freistrahlfzentrifuge schlägt vor, daß das radial innere Ende der Leit- und Versteifungswände einen schmutzfangteilseitigen Teil der Drehmomentübertragungs-

mittel bildet und daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil des Rotors in dessen radial innerem Bereich sich über zumindest einen Teil der axialen Länge des Rohrkörpers erstreckend angeordnet sind. In dieser Ausführung erhalten die Leit- und Versteifungswände eine weitere Funktion, was einen vorteilhaft hohen Funktionsintegrationsgrad darstellt.

Unabhängig vom Ort der Drehmomentübertragungsmittel am Rotor der Zentrifuge ist bevorzugt vorgesehen, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil durch axial zusammenfügbare und trennbare Mehrkantkonturen oder Verzahnungen oder Wellungen oder Nut-Feder-Anordnungen, jeweils in Radialrichtung gesehen ohne oder mit Hinterschnitt, gebildet sind. Alle angegebenen Ausführungen der Drehmomentübertragungsmittel sind durch eine einfache axiale Bewegung des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil in und außer Eingriff bringbar, wobei im Eingriffzustand die Drehmomentübertragungsmittel das von dem Antriebsteil erzeugte Drehmoment zuverlässig auf den Schmutzfangteil übertragen. Bei Ausführung der Drehmomentübertragungsmittel als z.B. Nut-Feder-Anordnungen mit Hinterschnitt können die Drehmomentübertragungsmittel gleichzeitig auch noch in Radialrichtung wirkende Kräfte aufnehmen. Beispielsweise können die zuvor erwähnten Leit- und Versteifungswände mit dem zentralen Rohrkörper des Antriebsteils ebenfalls durch axiales Zusammenfügen so verbunden werden, daß Radialkräfte von den Leit- und Versteifungswänden auf den zentralen Rohrkörper abgeleitet werden können. In dieser Ausführung ergibt sich ein besonders stabiler und belastbarer Rotor bei geringem Gewicht.

Um dem Wartungspersonal die Arbeit bei der Montage des Rotors möglichst einfach zu machen und um Montagefehler möglichst zu vermeiden, wird weiter vorgeschlagen, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel von Antriebsteil und Schmutzfangteil selbstfindend mit Einlaufschrägen und/oder Einlaufspitzen ausgebildet sind.

Zur Erzielung einer möglichst kostengünstigen Herstellbarkeit des Schmutzfangteils ist bevorzugt vorgesehen, daß der den Schmutzfangteil des Rotors bildende Hohlkörper ein einstückiges Spritzgußteil aus Kunststoff ist.

Alternativ kann der den Schmutzfangteil des Rotors bildende Hohlkörper ein aus zwei Spritzgußteilen zusammengefügt, vorzugsweise verschweißtes, Bauteil aus Kunststoff sein. Die zweiteilige Ausführung ist zwar etwas aufwendiger in der Herstellung, erlaubt aber kompliziertere Formgebungen des Schmutzfangteils.

Um den Antriebsteil und den Schmutzfangteil des Rotors in ihrem zusammengesteckten Zustand gegeneinander ausreichend gegen einen Ölsaustritt abzudichten, ist weiter bevorzugt vorgesehen, daß jeweils in Kontaktbereichen zwischen Antriebsteil und Schmutzfangteil des Rotors wenigstens eine angebrachte separate oder einstückig angeformte Dichtung vorgesehen ist.

Unabhängig von den zuvor beschriebenen Ausgestaltungen der Freistrahlezentrifuge ist für diese bevorzugt vorgesehen, daß zur Erzeugung der beiden Schmierölteilströme der Zentrifuge zugeführte Schmierölstrom in der Zentrifuge in zwei mengenmäßig abgestimmte, vorzugsweise über zwei definierte Drosselstellen geführte, Teilströme aufteilbar ist, wovon der eine Teilstrom dem Antriebsteil und dessen Rückstoßdüsen unter Druck und der andere Teil-

strom über wenigstens einen Einlaß dem Schmutzfangteil drucklos zuführbar ist. Durch die Aufteilung des zugeführten Ölstroms innerhalb der Zentrifuge werden Mittel für die Aufteilung und mengenmäßige Abstimmung des Ölstroms außerhalb der Zentrifuge vermieden. Dies ist ein weiterer Beitrag zu einer kompakten Bauweise der Zentrifuge. Zudem kann durch die mengenmäßig abgestimmte Aufteilung des Ölstroms auf die Teilströme gezielt das Mengenverhältnis der beiden Teilströme zueinander festgelegt werden. Es kann so einerseits die Antriebsleistung des Rotors, die dessen Antriebsteil erzeugt, beeinflußt werden. Auf der anderen Seite besteht die Möglichkeit, die Verweilzeit des Öls innerhalb des Rotors in gewünschter Weise zu beeinflussen. Damit können für den Betrieb der Freistrahlezentrifuge wesentliche Parameter auf einfache Weise festgelegt und bei Bedarf auch konstruktiv verändert werden.

Bevorzugt sind dabei beide Drosselstellen im Antriebsteil der Zentrifuge vorgesehen. Dies bietet den besonderen Vorteil, daß bei versehentlich fehlendem Schmutzfangteil keine Funktionsstörung bei der Schmierung der Brennkraftmaschine eintreten kann. Der Druck des Schmieröls bleibt voll erhalten, weil im Schmutzfangteil kein Druckabfall stattfindet.

Weiter ist vorzugsweise diejenige der beiden Drosselstellen, über die der Schmierölteilstrom dem Schmutzfangteil zuführbar ist, durch ein oberes Lager des Antriebsteils mit einem definierten Spaltmaß gebildet. Ein separates Bauteil ist hier für die Drosselstelle nicht nötig; zugleich ist eine gute Lagerschmierung gewährleistet. Außerdem ergibt sich hier vorteilhaft ein Selbstreinigungseffekt für die Drosselstelle durch die Bewegung der beiden relativ zueinander rotierenden Lagerteile, wodurch

diese Drosselstelle unempfindlich gegen Verschmutzungen ist.

Bevorzugt ist dabei in weiterer Ausgestaltung vorgesehen, daß der dem Antriebsteil zugeführte Teilstrom mengenmäßig größer ist als der dem Schmutzfangteil zugeführte Teilstrom. Durch diese bevorzugte Aufteilung werden ein schneller Start und eine hohe Drehzahl des Rotors der Zentrifuge sichergestellt, wobei gleichzeitig eine lange Verweilzeit des Teilstroms, der durch das Innere des Rotors und dessen Schmutzfangteil strömt, gewährleistet ist. Der schnelle Start mit einem raschen Drehzahlanstieg ergibt sich daraus, daß vor einem Anlaufen des Rotors dieser zunächst noch kein Öl enthält und deshalb leichter ist. Wenn dann der Zentrifuge Öl zugeführt wird, gelangt der größere Teilstrom davon sofort zu den Antriebsdüsen und beschleunigt den noch leichten Rotor schnell, während sich der Schmutzfangraum erst mit Verzögerung füllt. Diese Ausgestaltung trägt zu einer guten Wirksamkeit der Zentrifuge hinsichtlich der Abscheidung von kleinen Schmutzpartikeln, insbesondere Ruß, aus dem zu reinigenden Schmieröl bei.

Um eine hinsichtlich der Schmierölführung innerhalb der Zentrifuge möglichst einfache Konstruktion zu erhalten, schlägt eine bevorzugte Ausgestaltung der Freistrahlenzentrifuge vor, daß die Zuführung des Schmieröls zur Zentrifuge sowohl für den Antriebsteil als auch für den Schmutzfangteil axial von unten her durch die Achse oder den unteren Achsstummel erfolgt. Die Zuführung des Schmieröls zur Achse oder zum Achsstummel kann, wie dies an sich bekannt ist, beispielsweise durch einen Zentrifugensockel oder durch ein anderes Bauteil, das beispielsweise einen Teil einer Ölfiltereinrichtung darstellt, erfolgen.

Alternativ besteht die Möglichkeit, daß die Zuführung des Schmieröls zur Zentrifuge für den Antriebsteil axial von unten her durch die Achse oder den unteren Achsstummel und für den Schmutzfangteil separat davon axial von oben her erfolgt. Mit dieser zusätzlichen Ausführung wird eine größere konstruktive Freiheit erreicht, was in manchen Anwendungsfällen der Freistrahlfzentrifuge zu einer günstigeren Lösung beitragen kann.

Für alle vorstehend angegebenen Ausführungen der Freistrahlfzentrifuge ist in weiterer Ausgestaltung bevorzugt vorgesehen, daß der Schmierölteilstrom für den Schmutzfangteil in diesen axial oben radial von innen nach außen in Form eines umlaufenden Fächerstrahls oder mehrerer in Umfangsrichtung verteilter Einzelstrahlen durch wenigstens einen entsprechend geformten Einlaß einleitbar ist. Diese Ausgestaltung sorgt dafür, daß das Schmieröl in Umfangsrichtung des Schmutzfangteils gesehen gleichmäßig verteilt in diesen eingebracht wird. Dabei wird das Schmieröl gleichzeitig möglichst weit nach radial außen geleitet, wo die Fliehkräfte besonders wirksam sind. Weiterhin wird so ein möglichst langer Strömungsweg des Schmieröls in Axialrichtung durch den Rotor erreicht, was ebenfalls die Abscheidung der Schmutzpartikel durch Fliehkraftwirkung im Rotor fördert.

Wenn der Einlaß nicht für eine gewünschte gleichmäßige Verteilung des Schmierölteilstroms in Umfangsrichtung des Rotors sorgt, kann axial oben im Schmutzfangteil wenigstens ein Einbauteil zur gleichmäßigen Verteilung des einströmenden Schmieröls in Umfangsrichtung des Schmutzfangteils vorgesehen sein.

Gemäß einer anderen Weiterbildung ist axial unten und radial innen am Rotor wenigstens ein Schmierölauslaß mit einem Querschnitt, der größer als der Querschnitt des Einlasses ist, vorgesehen. Die hier angegebene Ausgestaltung des Auslasses sorgt dafür, daß im Rotor neben dem durch die Zentrifugalkraft erzeugten Schmieröldruck kein hydraulischer Schmieröldruck entstehen kann.

Weiter ist vorgesehen, daß radial außen vom Auslaß an der Unterseite des Rotors und/oder an der Oberseite eines unter dem Rotor liegenden Zentrifugegehäusebereichs eine Umlenkrippenanordnung oder eine Abschirmscheibe vorgesehen ist, die den aus dem Auslaß kommenden drucklosen Schmierölteilstrom zu einem gelenkten, vom Rotor und von dem aus jeder Rückstoßdüse austretenden Ölstrahl getrennten Verlauf zwingt. Hierdurch wird sichergestellt, daß der Antrieb des Rotors von dem aus dem Auslaß kommenden Ölstrom nicht gestört wird und in seiner Wirksamkeit nicht vermindert wird. Die Umlenkrippenanordnung und/oder die Abschirmscheibe sorgen im Bereich unmittelbar unter dem Rotor für eine räumliche Trennung des drucklos aus dem Rotor austretenden Ölstroms von den aus den Rückstoßdüsen austretenden Ölstrahlen. Damit ist volle Wirksamkeit des Rückstoßantriebes des Rotors stets gewährleistet.

Wie weiter oben schon erwähnt, ist der Antriebsteil gegen ein Herausziehen nach oben gesichert. Konkret erfolgt diese Sicherung bevorzugt mittels einer auf die Achse aufgerasteten oder aufgeklebten oder aufgeschraubten Sicherung. Eine derartige Sicherung ist schnell und einfach anbringbar und erfüllt die ihr zugeordnete Funktion mit hoher Zuverlässigkeit. Zudem besteht so die Möglichkeit, im eventuell eintretenden Ausnahmefall bedarfsweise doch den Antriebsteil des Rotors aus der Zentrifuge zu entneh-

men, wenn dieser wider Erwarten gereinigt oder ersetzt werden muß.

Wie vorstehend weiter oben schon erläutert, übertragen die Drehmomentübertragungsmittel zwar das von dem Antriebsteil erzeugte Drehmoment auf den Schmutzfangteil, jedoch sind sie bewußt so konstruiert, daß sie in Axialrichtung leicht zusammenfügbar und trennbar sind, wobei zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil gesonderte Mittel vorgesehen sind. Zur Realisierung dieser gesonderten Mittel wird vorgeschlagen, daß der Schmutzfangteil axial oberseitig und der Deckel axial unterseitig je eine Anlaufläche aufweisen, die im Zusammenwirken miteinander die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil bei aufgesetztem Deckel verhindern oder begrenzen. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Begrenzung der axialen Beweglichkeit bei abgenommenem Deckel entfällt und daß dann ohne weitere Eingriffe der Schmutzfangteil axial aus dem durch Abnehmen des Deckels geöffneten Gehäuse der Zentrifuge entnommen werden kann.

Als Alternative zu der vorstehenden Ausführung wird vorgeschlagen, daß ein axial oben mit der Achse lösbar verbundener, die Achse radial nach außen überragender Anschlagkörper axial unterseitig und der Schmutzfangteil axial oberseitig je eine Anlaufläche aufweisen, die im Zusammenwirken miteinander die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil im Betrieb der Zentrifuge verhindern oder begrenzen. In dieser Ausführung besitzt anstelle des Deckels ein separates Bauteil, nämlich der Anschlagkörper, die Anlaufläche, was eine einfachere Ausführung des Deckels erlaubt, z.B. einen

Kunststoffdeckel ohne einen für die Anlauffläche nötigen Einsatz aus Metall.

Um die Zahl der benötigten Einzelteile klein zu halten, ist vorteilhaft vorgesehen, daß die Sicherung und der Anschlagkörper zu oder in einem Bauteil zusammengefaßt sind.

Für Ausführungen der Zentrifuge, bei denen auf den Rotor im Betrieb in Axialrichtung nach oben wirkende Kräfte in nennenswerten Umfang auftreten, schlägt die Erfindung bevorzugt vor, daß zwischen der axialen Oberseite des Schmutzfangteils und der axialen Unterseite des Deckels ein weiteres Lager vorgesehen ist, das die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil bei aufgesetztem Deckel verhindert oder begrenzt und das axial nach oben gerichtete Kräfte des Schmutzfangteils aufnimmt, ohne daß der Rotor dabei im Betrieb gebremst wird.

Eine weitere, besonders wartungsfreundliche Ausgestaltung der Freistrahlezentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil axial oberseitig und der Deckel axial unterseitig jeweils miteinander in und außer Eingriff bringbare Kopplungsmittel, vorzugsweise Rastmittel, aufweisen, die bei aufgesetztem Deckel einander nicht berühren und die bei einem Abnehmen des Deckels den Schmutzfangteil unter Trennung vom Antriebsteil nach axial oben mitnehmen. In dieser Ausgestaltung wird bei einem Abnehmen des Deckels des Gehäuses der Zentrifuge gleichzeitig der Schmutzfangteil mitgenommen, was eine besonders einfache Handhabung bei der Wartung der Zentrifuge ergibt. Zum Einbauen eines neuen Schmutzfangteils muß dann lediglich der alte Schmutzfangteil vom Deckel getrennt und der neue, saubere Schmutzfangteil mit dem Deckel verbunden,

vorzugsweise verrastet, werden. Danach kann durch Aufsetzen des Deckels auf das Gehäuse der Zentrifuge gleichzeitig der Schmutzfangteil wieder ohne zusätzliche Montageschritte mit dem zugehörigen Antriebsteil zu dem kompletten Rotor verbunden werden. Die Drehung des Rotors im Betrieb der Zentrifuge wird durch die Kopplungsmittel nicht gestört, da diese so ausgeführt und so am Deckel und am Schmutzfangteil angeordnet sind, daß die Kopplungsmittel der beiden Teile sich bei aufgesetztem Deckel nicht gegenseitig berühren. Eine störende und Verschleiß verursachende Reibung der Kopplungsmittel tritt so im Betrieb der Zentrifuge nicht auf. Erst bei einem Abnehmen des Deckels treten die Kopplungsmittel miteinander in Berührung.

Um auch bereits vorhandene Brennkraftmaschinen noch nachträglich mit einer erfindungsgemäßen Zentrifuge ausstatten zu können, schlägt die Erfindung weiter vor, daß der Antriebsteil und der Schmutzfangteil im Hinblick auf ihre mit dem Gehäuse zusammenwirkenden Teile eine Formgebung und Bemaßung aufweisen, die einen Einbau von Antriebseinheit und Schmutzfangteil in vorhandene, bisher mit einem konventionellen Rotor bestückte Zentrifugen erlauben. Somit besteht die vorteilhafte Möglichkeit einer Nachrüstung mit geringstem Aufwand.

Im Hinblick auf eine problemlose Entsorgung von mit Schmutzpartikeln beladenen Schmutzfangteilen der Zentrifuge ist bevorzugt vorgesehen, daß der Schmutzfangteil metallfrei ist und daß der den Schmutzfangteil bildende Kunststoff sortenrein, vorzugsweise ein Recyclingkunststoff, ist und schadstofflos oder schadstoffarm verbrennbar ist.

In vielen Anwendungsfällen stellt die Freistrahlszentrifuge eine Reinigungseinrichtung dar, die in einem Ölnebenstrom liegt; dies ist beispielsweise bei der Reinigung des Schmieröls von Brennkraftmaschinen üblicherweise der Fall. Für solche Anwendungen der Freistrahlszentrifuge in einem Nebenstrom ist zweckmäßig vorgesehen, daß in einen der Zentrifuge das Schmieröl zuführenden Kanal ein Mindestdruckanlaufventil angeordnet ist, das eine Ölzufuhr zur Zentrifuge erst nach Überschreiten eines vorgebbaren zulaufseitigen Öldrucks freigibt. Mit dieser Ausführung der Zentrifuge wird gewährleistet, daß diese erst dann von Öl durchströmt wird, wenn dieses in ausreichendem Umfang und mit ausreichendem Druck zur Verfügung steht. Für die Brennkraftmaschine wird so sichergestellt, daß eine Schmierung aller Schmierstellen der Brennkraftmaschine erfolgt, bevor ein Teilstrom des Schmieröls durch die Zentrifuge geleitet wird.

Ein weiterer Beitrag zu einer besonders kompakten Bauweise und zu einer möglichst einfachen Erstmontage der Zentrifuge besteht darin, daß sie bevorzugt Teil eines wenigstens ein weiteres Nebenaggregat, insbesondere einen Ölfilter und/oder einen Ölkühler, der Brennkraftmaschine umfassenden Moduls ist, das an die Brennkraftmaschine unter Herstellung der nötigen Strömungsverbindungen anflanschbar ist.

Weiterhin ist erfindungsgemäß für die als Schmierölzentrifuge verwendete erfindungsgemäße Freistrahlszentrifuge noch vorgesehen, daß die Zentrifuge in einem Nebenstrom zu dem im Hauptstrom liegenden Ölfilter betrieben wird und daß der durch die Zentrifuge strömende Nebenstrom maximal 10%, vorzugsweise 5%, des Volumenstroms des Hauptstroms umfaßt. Der Nebenstrom, der dem Hauptstrom entzogen und durch die Zentrifuge geleitet wird, ist in dieser

Ausgestaltung so klein, daß die Schmierölversorgung der Schmierstellen der zugehörigen Brennkraftmaschine nicht beeinträchtigt wird. Auf der anderen Seite reicht aber dieser volumenmäßig kleine Nebenstrom für eine wirksame Abscheidung von kleinen Schmutzpartikeln, insbesondere Ruß, innerhalb der Zentrifuge aus, wodurch ein sauberer, partikelarmer Zustand des Schmieröls der Brennkraftmaschine über den gesamten Zeitraum zwischen zwei Wartungen mit Ölwechsel gewährleistet wird.

Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge für die drehbare Lagerung des Rotors eine zentrale Achse umfaßt, die zumindest über einen Teil ihrer Länge hohl ist und einen Abschnitt des Ölzuführkanals bildet, daß in diesem Abschnitt ein in Schließrichtung vorbelasteter Ventilkörper eines Mindestdruckventils axial verschieblich angeordnet ist, daß der Ventilkörper aus der Achse herausragt und ein Dichtkopf des Ventilkörpers außerhalb der Achse liegt und daß ein mit dem Dichtkopf zusammenwirkender Ventilsitz an einem die Achse tragenden Zentrifugengehäuseteil, durch den der Ölzuführkanal verläuft, ausgebildet ist.

Dadurch, daß der Dichtkopf des Mindestdruckventils außerhalb der Achse liegt, kann eine Achse mit einem relativ kleinen Außendurchmesser verwendet werden. Dies erlaubt den Einsatz eines unteren Lagers des Zentrifugenrotors mit einem entsprechend kleinen Durchmesser, was für eine vorteilhaft geringe Reibung in diesem unteren Lager und damit eine hohe Rotordrehzahl bei einer vorgegebenen Antriebsleistung sorgt. Gleichzeitig benötigt das Mindestdruckventil keinen zusätzlichen Bauraum innerhalb der Zentrifuge, so daß eine kompakte Bauweise gewährleistet bleibt.

Eine weitere Ausgestaltung der vorstehend erläuterten Zentrifuge sieht vor, daß der Ventilkörper mehrteilig aus miteinander verbundenen Einzelteilen, insbesondere dem Dichtkopf, einem Schaft und einem Führungsendstück, zusammengesetzt ist. Für den Schaft, der durch den hohlen Teil der Achse verläuft, genügt ein relativ kleiner Durchmesser. Der Dichtkopf, der für seine Funktion einen größeren Durchmesser benötigt, liegt außerhalb der Achse, so daß hierdurch das Maß des Achsdurchmessers nicht beeinflusst wird. Durch die Mehrteiligkeit des Ventilkörpers können für die einzelnen Teile jeweils optimal geeignete Materialien eingesetzt werden, wodurch eine optimierte Funktion des Mindestdruckventils auf einfachem Wege erreicht werden kann.

Alternativ dazu kann der Ventilkörper auch einstückig ausgebildet sein. Durch diese Ausführung wird insbesondere eine kostengünstige Herstellbarkeit des Ventilkörpers erzielt.

Eine weitere Ausführung der Freistrahlfzentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil einen zentralen Rohrkörper umfaßt, der unter Bildung eines Ringkanals für die Ölzuführung mit Abstand eine zentrale Achse umgibt, auf der der Antriebsteil drehbar gelagert ist, und daß in einem oberen Endbereich des Ringkanals zwischen einem oberen Lager des Antriebsteils und einem Öleinlaß des Schmutzfangteils ein Abschirmring angeordnet ist, der entweder radial innen an die Achse oder radial außen an den Rohrkörper angebunden ist.

Mit dem Abschirmring wird das zugehörige Lager vor einem ungünstig großen Öldurchsatz, der zu einer Lagerüberhitzung führen kann, geschützt. Gleichzeitig bleibt aber ei-

ne ausreichende Schmierung des oberen Lagers gewährleistet, da der Abschirmring entweder radial innen oder radial außen angebunden ist, so daß an der jeweils gegenüber liegenden Seite noch ein Öldurchlaß für eine zur Schmierung des Lagers ausreichende Ölmenge frei bleibt. Bei der Ausführung, in der der Abschirmring radial außen an den Rohrkörper angebunden ist, wird zusätzlich der Vorteil erreicht, daß ein radial außen liegender Schmutzfangwinkel gebildet wird, der Schmutzpartikel vom Lager oberhalb des Abschirmrings fernhält.

Eine weitere Ausführung der Freistrahlpumpen-Zentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge eine zentrale hohle Achse umfaßt, deren hohles Inneres in einem ersten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals und in einem zweiten axialen Bereich einen Ölablaßkanal bildet, daß im hohlen Inneren der Achse ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz begrenzt axial verschieblich angeordnet ist, daß im Ventilkörper ein Öldurchlaß ausgebildet ist und daß mit dem Öldurchlaß ein in Schließrichtung vorbelasteter zweiter Ventilkörper eines Überdruck-Absteuerventils zusammenwirkt.

In dieser Ausführung besitzt die Freistrahlpumpen-Zentrifuge eine Ventileinheit, die in sehr kompakter Bauweise die Funktionen eines Mindestdruckventils und eines Überdruckabsteuerventils in sich vereint. Dabei werden vorteilhaft nur zwei bewegliche Ventilkörper benötigt, was zu der kompakten Bauweise und zu einer einfachen Montage beiträgt sowie eine zuverlässige Funktion ergibt. Die Bauweise ist dabei vorteilhaft so kompakt, daß die gesamte Ventilanordnung im hohlen Inneren der Achse für den Rotor der Zentrifuge untergebracht werden kann, ohne daß die Achse einen besonders großen Außendurchmesser aufweisen muß. Das Mindestdruckventil sorgt dabei dafür, daß ein

Ölfluß durch die Zentrifuge erst dann erfolgt, wenn am Einlaß der Zentrifuge ein gewisser Mindestöldruck ansteht. Liegt der Öldruck unterhalb dieses Mindestdrucks, dann ist das Mindestdruckventil geschlossen und es findet keine Ölströmung durch die Zentrifuge statt. Das Überdruckabsteuerventil sorgt dafür, daß bei einem zu hohen Druck des der Zentrifuge zuströmenden Öls zumindest ein Teilstrom des Öls auf einem kurzen Strömungsweg durch einen Entlastungskanal, der an dem Antriebsteil und an dem Schmutzfangteil des Rotors vorbeiführt, abgeleitet wird, wodurch eine rasche Druckentlastung erzielt wird. Solange der Druck, bei dem sich das Überdruckabsteuerventil öffnet, nicht erreicht wird, bleibt das Überdruckabsteuerventil geschlossen. Der nur begrenzt axial verschiebbliche Ventilkörper des Mindestdruckventils sorgt in seinem geöffneten Zustand dafür, daß in diesem Zustand gleichzeitig der Entlastungskanal verschlossen wird.

In weiterer Ausgestaltung dieser Freistrahlfzentrifuge ist vorgesehen, daß die Vorbelastung des ersten Ventilkörpers und des zweiten Ventilkörpers in deren Schließrichtung durch eine einzige Feder erzeugt ist. Diese Ausführung ergibt eine besonders einfache und platzsparende Bauweise.

Alternativ kann die Vorbelastung des ersten Ventilkörpers und des zweiten Ventilkörpers in deren Schließrichtung durch je eine eigene Feder erzeugt sein. In dieser Ausführung besteht eine größere Variabilität hinsichtlich der Kräfte, die als Vorbelastung auf die beiden Ventilkörper einwirken sollen.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung wird eine Freistrahlfzentrifuge vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Zentrifuge eine zentrale hohle Achse umfaßt, de-

ren hohles Inneres in einem ersten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals für den Antriebsteil und für den Schmutzfangteil und in einem zweiten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals nur für den Schmutzfangteil bildet, daß im hohlen Inneren der Achse ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz zusammenwirkender Ventilkörper eines Mindestdruckventils begrenzt axial verschieblich angeordnet ist und daß im Ventilkörper ein Öldurchlaß mit definiertem Querschnitt ausgebildet ist, dessen dichtsitzseitige Mündung radial außen und stromab einer mit dem Dichtsitz zusammenwirkenden Dichtkontur des Ventilkörpers liegt.

In dieser Freistrahlfzentrifuge wird vorteilhaft der Ventilkörper als Mittel zur Aufteilung des der Zentrifuge zugeführten Ölstroms in die zwei Teilströme genutzt, wobei der eine Teilstrom dem Antriebsteil mit den Rückstoßdüsen und der andere Teilstrom dem Schmutzfangteil zur Reinigung zugeführt wird. Der Öldurchlaß durch den Ventilkörper bildet dabei einen definierten Querschnitt, der einen vorgebbaren Ölvolumenstrom zum Schmutzfangteil leitet.

Wenn der Ventilkörper sich in seiner Schließstellung befindet, sperrt er sowohl den Ölteilstrom zum Antriebsteil als auch den Ölteilstrom zum Schmutzfangteil vollständig ab. Damit wird verhindert, daß im geschlossenen Zustand des Mindestdruckventils ein Ölstrom durch den Schmutzfangteil der Zentrifuge strömen und dort möglicherweise Schmutzpartikel mobilisieren und in das gereinigte Schmieröl austragen kann.

Eine zu der vorstehend beschriebenen Zentrifuge alternative Ausführung schlägt eine Zentrifuge vor, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Zentrifuge eine zentrale hoh-

le Achse umfaßt, deren hohles Inneres in einem ersten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals für den Antriebsteil und für den Schmutzfangteil und in einem zweiten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals nur für den Schmutzfangteil bildet, daß im hohlen Inneren der Achse ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz zusammenwirkender Ventilkörper eines Mindestdruckventils begrenzt axial verschieblich angeordnet ist und daß zwischen dem Außenumfang des Ventilkörpers und dem Innenumfang der hohlen Achse ein Öldurchlaß mit definiertem Querschnitt ausgebildet ist, dessen dichtsitzseitige Mündung radial außen und stromab einer mit dem Dichtsitz zusammenwirkenden Dichtkontur des Ventilkörpers liegt.

Mit dieser alternativen Lösung werden die gleichen Vorteile erreicht, wie bei der zuvor beschriebenen Zentrifuge, wobei der Unterschied lediglich darin besteht, daß nun der Ölteilstrom, der dem Schmutzfangteil zugeführt wird, bei geöffnetem Mindestdruckventil durch einen definierten Ringspalt zwischen dem Außenumfang des Ventilkörpers und dem Innenumfang der den Ventilkörper führenden hohlen Achse geleitet wird. Wenn sich der Ventilkörper hier in seiner Schließstellung befindet, sperrt er neben dem Ölteilstrom zum Antriebsteil auch den Ölteilstrom zum Schmutzfangteil vollständig ab.

Eine weitere erfindungsgemäße Freistrahlezentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß der Boden des Schmutzfangteils mit in Radial- und Umfangsrichtung verteilt angeordneten Durchbrechungen versehen und unter dem durchbrochenen Boden im axialen Abstand von diesem und über den Düsen eine geschlossene Abschirmscheibe, die Teil des Antriebsteils ist, angeordnet ist oder daß im Schmutzfangteil oberhalb von dessen geschlossenem Boden ein Zwi-

schenboden angeordnet ist, der mit in Radial- und Umfangsrichtung verteilt angeordneten Durchbrechungen versehen ist.

Bei dieser Freistrahlfzentrifuge wird erreicht, daß der Rotor sich radial von außen nach innen betrachtet nur in seinem radial äußeren Teil mit Öl füllt, wodurch die Masse des Rotors einschließlich des darin befindlichen Öls geringer wird als bei einem vollen Rotor, was eine höhere Drehzahl bei vorgegebener Antriebsleistung ergibt. Diese höhere Drehzahl sorgt für eine beschleunigte Abscheidung von Schmutzpartikeln aus dem Schmieröl mittels Zentrifugalkraft. Wenn der Schmutzpartikelkuchen, der sich im radial äußeren Bereich des Rotorsinneren absetzt, soweit radial nach innen gewachsen ist, daß er einen radial äußersten Kranz der Durchbrechungen überdeckt, tritt das Schmieröl durch den radial nach innen hin nächstfolgenden Kranz von Durchbrechungen aus, wobei dann wieder erreicht wird, daß nur eine begrenzte Ölmenge im Rotor enthalten ist, wobei allerdings der Vorteil bei zunehmend wachsendem Schmutzpartikelkuchen nach und nach kleiner wird.

Eine Weiterbildung der vorstehend beschriebenen Freistrahlfzentrifuge sieht vor, daß der mit den Durchbrechungen versehene Boden oder Zwischenboden als Lochplatte oder Siebplatte ausgebildet ist.

Zusätzlich kann auf den Boden oder den Zwischenboden eine dessen Durchbrechungen öldurchlässig überdeckende Materiallage, vorzugsweise aus Vlies oder Gewebe, aufgelegt sein. Diese Materiallage läßt zwar Schmieröl durch, verhindert aber einen Durchtritt von größeren Teilen der Schmutzpartikel oder Teilen des Schmutzpartikelkuchens.

Eine weitere Freistrahlszentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß radial außen von einem Reinölauslaß des Schmutzfangteils an der Oberseite eines unter dem Rotor liegenden Zentrifugengehäuseteils übereinander zwei Abschirmscheiben angeordnet sind, wobei der aus dem Reinölauslaß kommende drucklose Schmierölteilstrom zwischen der unteren Abschirmscheibe und dem darunter liegenden Zentrifugengehäuseteil abströmt und wobei der aus den Rückstoßdüsen des Antriebsteils austretende schnell strömende Schmierölteilstrom durch den Zwischenraum zwischen der unteren Abschirmscheibe und der oberen Abschirmscheibe abgeleitet wird.

Bei dieser Zentrifuge werden der aus den Rückstoßdüsen austretende Ölteilstrom und der aus dem Schmutzfangteil kommende Ölteilstrom voneinander getrennt gehalten und es wird der mit hoher Geschwindigkeit aus den Düsen austretende Ölstrom vom Außenumfang des rotierenden Rotors ferngehalten, wodurch eine unerwünschte Bremsung des Rotors durch das austretende Schmieröl vermieden wird.

Eine weitere Freistahlzentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß eine zentrale, zur drehbaren Lagerung des Rotors dienende Achse einstückig mit einem unter dem Rotor liegenden Teil des Zentrifugengehäuses ausgeführt ist.

Bei dieser Zentrifuge wird jeder Montageaufwand für eine Verbindung der Achse mit einem Teil des Zentrifugengehäuses vermieden, was zu günstigeren Herstellungskosten für die Zentrifuge beiträgt. Aufgrund der einstückigen Ausführung kann es außerdem nicht dazu kommen, daß sich die Achse von dem diese tragenden Teil des Zentrifugengehäuses löst, wie dies beispielsweise bei einer Steck- oder Schraubverbindung unter ungünstigen Umständen geschehen kann.

Eine weitere Freistrahlszentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß außen auf eine zentrale, zur drehbaren Lagerung des Rotors dienende Achse wenigstens eine Lagerhülse aufgesetzt ist, die aus einem Material besteht, das eine günstige Gleitpaarung mit wenigstens einer Lagerbuchse im Rotor bildet.

Bei dieser Zentrifuge besteht die vorteilhafte Möglichkeit, das Material für die Achse unabhängig von den Gleiteigenschaften im Hinblick auf die Lagerbuchse im Rotor wählen zu können. Damit wird beispielsweise die Verwendung eines Leichtmetalls, wie Aluminium oder Magnesium, als Material für die Achse möglich, obwohl Leichtmetall ungünstige Eigenschaften im Hinblick auf eine Gleitlagerpaarung hat. Nur die auf die Achse aufgesetzte Lagerhülse muß die günstigen Eigenschaften für die Gleitpaarung mit der Lagerbuchse des Rotors besitzen.

Damit die zuvor erwähnte Lagerhülse nach ihrem Aufsetzen auf die Achse einen exakt runden Außenumfang aufweist, ist in weiterer Ausgestaltung dieser Zentrifuge bevorzugt vorgesehen, daß die Lagerhülse nach ihrem Aufsetzen auf die Achse an ihrem Außenumfang durch Schleifen bearbeitet ist. Durch dieses nachträgliche Schleifen ist sichergestellt, daß die Lagerhülse eine exakt runde Außenumfangsform hat, so daß mögliche Abweichungen der Achse selbst von einer exakt runden Form keine nachteiligen Folgen für den Außenumfang der Lagerhülse haben.

Eine weitere Ausführung der Freistrahlszentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen Rohrkörper ausgeführt ist, durch den das zu reinigende Schmieröl dem Schmutzfangteil zuführbar ist, daß in einem oberen Endbereich des Rohrkörpers min-

destens eine in Radialrichtung verlaufende Durchbrechung als Öleinlaß zum Schmutzfangteil angebracht ist, daß unter Ausbildung eines Ringspaltraums auf dem Außenumfang des oberen Endbereichs des Rohrkörpers ein hülsenförmiger, axial unten und radial außen geschlossener und axial oben offener Kragen angeordnet ist und daß der Öleinlaß in den unteren Teil des Ringspaltraums mündet.

Mit dem bei dieser Zentrifuge vorgesehenen Kragen wird der in den Schmutzfangteil eingeleitete Ölteilstrom über den Umfang des Schmutzfangteils gleichmäßig verteilt und in seiner Geschwindigkeit verlangsamt. Hiermit wird erreicht, daß sich ein in Umfangsrichtung gleichmäßig dicker Schmutzpartikelkuchen bildet und daß ein Ausspülen von Schmutzpartikeln aus einem bereits im Inneren des Schmutzfangteils abgesetzten Schmutzpartikelkuchen nicht auftreten kann.

Eine weitere Ausgestaltung der Freistrahlfzentrifuge ist dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen Rohrkörper ausgeführt ist, der eine Welle für die drehbare Lagerung des Rotors bildet, daß der Rohrkörper unten und oben an Gehäuseteilen der Zentrifuge gelagert ist, daß als unteres Lager ein Gleitlager vorgesehen ist, das durch eine in den unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil eingesetzte Lagerbuchse und ein am unteren Ende des Rohrkörpers vorgesehenes, in die Lagerbuchse eingesetztes Lagerteil gebildet ist, und daß als oberes Lager ein Wälzlager vorgesehen ist, das zwischen dem oberen Ende des Rohrkörpers und einem über dem Rotor liegenden Gehäuseteil, insbesondere Deckel, angeordnet ist.

In dieser Ausführung der Freistrahlfzentrifuge gibt es keine feststehende Achse, auf der der Rotor rotiert, son-

dern eine zum Rotor gehörende Welle, die in Gehäuseteilen des Zentrifugengehäuses gelagert ist. Das in das untere Ende des Rohrkörpers eingesetzte Lagerteil und die in den unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil eingesetzte Lagerbuchse bestehen aus Materialien, die eine günstige Gleitpaarung bilden. Der Rohrkörper an sich kann damit aus einem anderen Material, z. B. Leichtmetall, hergestellt werden, um einen Antriebsteil mit möglichst geringem Gewicht zu erreichen.

Eine Weiterbildung der zuletzt beschriebenen Zentrifuge schlägt vor, daß der die Welle für die drehbare Lagerung des Rotors bildende Rohrkörper mit axialem Spiel gelagert ist und daß die Größe einer unteren Stirnfläche des Rohrkörpers oder des Lagerteils nach Maßgabe des im Betrieb der Zentrifuge herrschenden Öldrucks so bemessen ist, daß eine von dem Öldruck hervorgerufene, auf den Rotor nach oben wirkende axiale Kraft im wesentlichen der nach unten wirkenden axialen Gewichtskraft des Rotors entspricht. Mit dieser Ausgestaltung der Zentrifuge wird erreicht, daß im Betrieb, d. h. bei rotierendem Rotor, die Gewichtskraft des Rotors, die auf das untere Lager wirkt, verringert oder sogar ganz aufgehoben wird. Hierdurch werden entsprechend auch die im unteren Lager wirkenden Axialkräfte reduziert, was bei vorgegebener Antriebsleistung zu einer höheren Rotordrehzahl und längeren Lagerstandzeit führt.

Eine zu der zuvor beschriebenen Zentrifuge alternative Ausgestaltung schlägt vor, daß der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen Rohrkörper ausgeführt ist, der eine Welle für die drehbare Lagerung des Rotors bildet, und daß der Rohrkörper nur unten an einem unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil der Zentrifuge mittels zweier axial voneinander beabstandeter Lager gelagert ist.

Bei dieser Zentrifuge erfolgt die Lagerung des Rotors ausschließlich an dessen Unterseite, so daß ein oberer Gehäuseteil der Zentrifuge, insbesondere deren Deckel, nicht für die Lagerung des Rotors herangezogen werden muß. Die nötige Querstabilität der Lagerung wird durch die axiale Beabstandung der beiden unter dem Rotor vorgesehenen Lager in ausreichendem Maße gewährleistet.

In weiterer Ausgestaltung der vorstehend erläuterten Zentrifuge wird vorgeschlagen, daß als unteres Lager ein Gleitlager vorgesehen ist, das durch eine in den unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil eingesetzte Lagerbuchse und ein am unteren Ende des Rohrkörpers vorgesehenes, in die Lagerbuchse eingesetztes Lagerteil gebildet ist, und daß als oberes Lager ein Wälzlager vorgesehen ist, das in Radialrichtung betrachtet zwischen dem Lagerteil des Rohrkörpers und dem unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil angeordnet ist.

Mit dieser Ausgestaltung der Lagerung können alle im Betrieb der Zentrifuge auftretenden axialen und radialen Kräfte zuverlässig und bei geringer Reibung und geringem Verschleiß aufgenommen werden. Gleichzeitig bleibt auch hier eine sehr kompakte Bauweise erhalten.

Eine weitere Ausführung der Freistrahlezentrifuge sieht vor, daß die Zentrifuge mit einer gehäusefesten zentralen Achse und der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen, die Achse mit Abstand umgebenden Rohrkörper ausgeführt ist, daß durch einen Ringkanal zwischen Achse und Rohrkörper das zu reinigende Schmieröl dem Schmutzfangteil zuführbar ist und daß auf dem Innenumfang des Rohrkörpers radial nach innen in den Ringspaltraum ragende, in Axialrichtung verlaufende Rippen angeordnet sind.

Bei dieser Zentrifuge wird vorteilhaft erreicht, daß der Ölteilstrom, der dem Schmutzfangteil des Rotors zugeführt wird, schon auf seinem Weg durch den Ringkanal wirksam in Drehung versetzt wird, so daß dieser Ölteilstrom bei seinem Übertritt in den Schmutzfangteil eine Drehung ausführt, die mit der Drehung des Rotors übereinstimmt. Auf diese Weise wird eine in Umfangsrichtung gleichmäßige Beschickung des Schmutzfangteils des Rotors erreicht. Insbesondere bei einer Ausführung des Schmutzfangteils mit diesen unterteilenden radialen Wänden wird so eine gleichmäßige Beschickung der verschiedenen Kammern des Schmutzfangteils zwischen den einzelnen Radialwänden gewährleistet.

Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Freistrahlezentrifuge schlägt vor, daß die Zentrifuge mit einer gehäusefesten zentralen Achse und der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen, die Achse mit Abstand umgebenden Rohrkörper ausgeführt ist, daß durch einen hohlen unteren Abschnitt der zentralen Achse das Schmieröl der Zentrifuge zuführbar ist, daß durch einen Ringkanal zwischen Achse und Rohrkörper ein das zu reinigende Schmieröl bildender Teilstrom dem Schmutzfangteil zuführbar ist, daß am unteren Ende des Rohrkörpers eine Gleitlagerbuchse angeordnet ist, die auf dem hohlen unteren Abschnitt der zentralen Achse gelagert ist und daß die nach oben weisende Stirnseite der Lagerbuchse als Ventil Sitz für einen axial verschieblich im Rohrkörper geführten, in Schließrichtung vorbelasteten Ventilkörper eines Mindestdruckventils ausgebildet ist.

Bei dieser Zentrifuge wird eine besonders kompakte Anordnung aus unterem Gleitlager und Mindestdruckventil erreicht, was ein Beitrag zu einer sehr kompakten Bauweise

ist. Im geöffneten Zustand des Mindestdruckventils ist dessen Ventilkörper von der Gleitlagerbuchse abgehoben, so daß deren Drehung zusammen mit dem Rotor nicht behindert wird. Wenn eine zugehörige Brennkraftmaschine, deren Schmieröl in der Freistrahlfuge gereinigt wird, abgestellt wird, endet der Ölstrom durch die Zentrifuge und das Mindestdruckventil geht in seine Schließstellung über. Dabei legt sich der Ventilkörper an die zunächst noch rotierende Gleitlagerbuchse an und wirkt bremsend auf diese. Dies führt zu einer vorteilhaft kurzen Nachlaufzeit des Zentrifugenrotors, wodurch mit dessen Rotation verbundene Geräuschabstrahlungen nach Abstellen der zugehörigen Brennkraftmaschine vermieden werden.

Eine zu der zuvor beschriebenen Ausführung alternative Ausführung der Freistrahlfuge ist dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge mit einer gehäusefesten zentralen Achse und der Antriebsteil des Rotors mit einem zentralen, die Achse mit Abstand umgebenden Rohrkörper ausgeführt ist, daß durch einen hohlen unteren Abschnitt der zentralen Achse das Schmieröl der Zentrifuge zuführbar ist, daß durch einen Ringkanal zwischen Achse und Rohrkörper ein das zu reinigende Schmieröl bildender Teilstrom dem Schmutzfangteil zuführbar ist, daß am unteren Ende des Rohrkörpers eine Gleitlagerbuchse angeordnet ist, die auf dem hohlen unteren Abschnitt der zentralen Achse gelagert ist, daß die Achse in Höhe des oberen Endes der Lagerbuchse eine radial nach außen vorspringende Stufe aufweist und daß die nach oben weisenden Stirnseiten der Lagerbuchse und der Stufe gemeinsam als Ventil Sitz für einen axial verschieblich im Rohrkörper geführten, in Schließrichtung vorbelasteten Ventilkörper eines Mindestdruckventils ausgebildet sind, wobei der Ventilkörper in seiner Schließstellung einen Lagerspalt zwischen der Achse und der Lagerbuchse dichtend überdeckt.

Bei dieser Zentrifuge ist die Funktion und Wirkung des Mindestdruckventils und dessen Ventilkörpers weitestgehend identisch mit der zuvor beschriebenen Ausführung. Zusätzlich bietet diese alternative Ausführung noch den Vorteil, daß im geschlossenen Zustand des Mindestdruckventils dessen Ventilkörper zusätzlich zu den Ölströmungswegen zum Antriebsteil und zum Schmutzfangteil auch den Lagerspalt zwischen der Gleitlagerbuchse und dem diese tragenden Teil der Achse dicht verschließt. Hierdurch wird vermieden, daß bei geschlossenem Mindestdruckventil ein Ölstrom durch den Lagerspalt fließt, wenn dort kein Schmierungsbedarf besteht.

Eine Weiterbildung der beiden zuvor beschriebenen Ausführungen der Freistrahlezentrifuge sieht vor, daß der Ventilkörper hohl ist und auf der Achse geführt ist, daß die Achse in ihrem den Ventilkörper führenden Bereich unten einen Abschnitt größeren Außendurchmessers und darüber einen Abschnitt eines kleineren Außendurchmessers aufweist und daß der Ventilkörper an seinem Innenumfang eine Dichtkontur oder Dichtung aufweist, die gegen den Abschnitt größeren Außendurchmessers abdichtet und die zum Abschnitt kleineren Außendurchmessers radialen Abstand hat. In dieser Ausgestaltung der Zentrifuge dichtet der Ventilkörper des Mindestdruckventils in seiner Schließstellung sowohl gegen die Lagerbuchse als auch gegen die Achse ab. In seiner Öffnungsposition gibt der Ventilkörper dann einen ausreichend großen Querschnitt für den Durchtritt des Öls durch das Mindestdruckventil frei, wobei das Öl über einen ersten Strömungsweg radial außen an dem Ventilkörper vorbei und über einen zweiten Strömungsweg radial innen durch den Ventilkörper hindurch strömen kann.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird eine Freistrahlezentrifuge vorgeschlagen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die in der Zentrifuge vorgesehenen oder angebrachten Mittel, die im Betrieb der Zentrifuge zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils relativ zum Antriebsteil dienen und die bei abgenommenem Deckel lösbar sind, durch am Schmutzfangteil oder am Antriebsteil angeordnete Rastzungen mit Rastnasen gebildet sind, die mit am Antriebsteil oder am Schmutzfangteil vorgesehenen Rastausnehmungen zusammenwirken.

Diese Rastverbindung zwischen Schmutzfangteil und Antriebsteil sorgt im eingerasteten Zustand für die gewünschte sichere Festlegung der beiden Teile gegeneinander in Axialrichtung, läßt sich aber bei Bedarf leicht lösen, um den Schmutzfangteil vom Antriebsteil zu trennen.

Eine bevorzugte Weiterbildung dazu sieht vor, daß die Rastzungen oben und radial innen sowie nach untenweisend am Schmutzfangteil und die Rastausnehmungen oben und radial innen am Antriebsteil vorgesehen sind. Dabei können beispielsweise Durchbrechungen, die im Antriebsteil als Öleinlaß in den Schmutzfangteil ohnehin vorgesehen sind, gleichzeitig als Rastausnehmungen genutzt werden, was eine vorteilhafte Doppelfunktion ohne zusätzliche Bauteile ergibt.

Um sicher auszuschließen, daß sich die zuvor beschriebene Rastverbindung ungewollt selbsttätig löst, schlägt eine weitere Ausgestaltung vor, daß die Rastzungen um eine Schwenkachse verschwenkbar gelagert sind, daß die Rastzungen mit einem nach obenweisenden und vorragenden Betätigungsende ausgebildet sind und daß durch Verschwenken des Betätigungsendes radial nach innen die jeweils zuge-

hörige Rastzunge mit ihrer Rastnase radial nach außen verschwenkbar und so außer Eingriff mit ihrer Rastausnehmung bringbar ist. Ein Lösen der Rastverbindung ist hier nur durch aktive Betätigung des Betätigungsendes der Rastzungen möglich, so daß hier ein absichtliches Eingreifen einer Bedienungsperson erforderlich ist. Solange auf das Betätigungsende der Rastzungen keine Kräfte ausgeübt werden, bleibt die Verbindung zwischen Schmutzfangteil und Antriebsteil sicher erhalten.

Bei allen vorstehend beschriebenen Zentrifugen ist der Schmutzfangteil von dem Antriebsteil trennbar, um den Schmutzfangteil nach einer vorgesehenen Einsatzzeit zusammen mit einem darin abgelagerten Schmutzpartikelkuchen für sich zu entsorgen. Der Schmutzfangteil ist damit ein Wegwerfteil, während der Antriebsteil ein Lebensdauerbauteil der Zentrifuge ist. Um diesem Unterschied bei der Verwendungsdauer Rechnung zu tragen, ist bevorzugt vorgesehen, daß der Antriebsteil aus einem Metall, vorzugsweise aus Leichtmetall, wie Aluminium oder Magnesium, besteht und daß der Schmutzfangteil aus einem Kunststoff, vorzugsweise ein Thermoplast, wie Polyamid oder Polyethylen, besteht.

Für eine wirksame Schmutzabscheidung aus dem Schmieröl ist es wesentlich, daß das Schmieröl möglichst weit radial außen den Schmutzfangteil durchströmt, weil dort die wirkenden Zentrifugalkräfte am größten sind. Gleichzeitig muß aber gewährleistet sein, daß bei zunehmend radial von außen nach innen wachsendem Schmutzpartikelkuchen die Einströmung des Schmieröls in den Schmutzfangteil nicht durch den Schmutzpartikelkuchen behindert wird. Im Hinblick darauf wird vorgeschlagen, daß in einem oberen Bereich des Schmutzfangteils von dessen Zentrum aus bei Rotation des Rotors in Radialrichtung nach außen weisende,

flexible Schlaucharme oder gelenkige Rohrarme als Öleinlaß vorgesehen sind.

In einem frischen Schmutzfangteil, in dem sich noch kein oder nur ein dünner Schmutzpartikelkuchen abgelagert hat, nehmen die Schlauch- oder Rohrarme bei Rotation des Rotors infolge der wirkenden Fliehkraft eine im wesentlichen radiale Ausrichtung ein. Damit fließt das durch die Schlauch- oder Rohrarme eingeleitete Schmieröl relativ weit radial außen aus den Schlauch- oder Rohrarmen aus und in den Schmutzfangteil ein. Bei zunehmende radial nach innen hin wachsendem Schmutzpartikelkuchen werden die äußeren Enden der Schlauch- oder Rohrarme zusammen mit der inneren Oberfläche des Schmutzpartikelkuchens in Radialrichtung nach innen bewegt, wodurch der Einlaß des Schmieröls in das Innere des Schmutzfangteils entsprechend mit in Radialrichtung nach innen wandert. Damit erfolgt die Einleitung des zu reinigenden Schmieröls in den Schmutzfangteil abhängig von der aktuellen Schmutzkuchendicke immer in der am weitesten radial außen möglichen Position.

Eine zu der vorstehend beschriebenen Zentrifuge alternative Lösung schlägt eine Freistrahlezentrifuge vor, die dadurch gekennzeichnet ist, daß in einem oberen Bereich des Schmutzfangteils von dessen Zentrum aus in Radialrichtung nach außen weisende, starre Rohrarme mit in ihrem Verlauf angebrachten Löchern als Öleinlaß vorgesehen sind.

Bei dieser Zentrifuge behalten die Rohrarme unabhängig von Drehung oder Stillstand des Rotors und unabhängig vom Ausmaß des abgelagerten Schmutzpartikelkuchens ihre Lage und Ausrichtung bei. Aufgrund der auftretenden Fliehkräfte erfolgt aber die Einleitung des wesentlichen Teils des

zu reinigenden Schmieröls bevorzugt durch die jeweils noch freie radial äußerste Öffnung der Rohrarme, so daß eine ähnliche Wirkungsweise erzielt wird wie bei der zuvor beschriebenen Zentrifuge.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert. Die Figuren zeigen:

Figur 1 eine Freistrahlszentrifuge im Vertikalschnitt, wobei die linke Hälfte von Figur 1 eine erste Ausführung und die rechte Hälfte von Figur 2 eine zweite Ausführung zeigt,

Figur 2a und Figur 2b zwei unterschiedlich ausgeführte Drehmomentübertragungsmittel,

Figur 2c einen Teil-Vertikalschnitt durch den oberen zentralen Endbereich der Zentrifuge in einer Abwandlung gegenüber der Figur 1,

Figur 3a und Figur 3b zwei weitere, geänderte Drehmomentübertragungsmittel,

Figur 4a einen Antriebsteil und einen Schmutzfangteil der Zentrifuge vor deren Verbindung miteinander, in perspektivischer Ansicht,

Figur 4b den Antriebsteil und den Schmutzfangteil nach ihrer Verbindung miteinander zu einem kompletten Rotor,

Figur 5 eine weitere Freistrahlszentrifuge im Vertikalschnitt, auch hier mit einer Ausführung in der linken Hälfte und einer anderen Ausführung in der rechten der Figur,

- Figur 6 eine Zentrifuge in einen Teil-Vertikalschnitt durch den Bereich ihres Antriebteils,
- Figur 7 den Antriebsteil aus Figur 6 in Seitenansicht,
- Figur 8 eine weitere Freistrahlfzentrifuge im Vertikalschnitt,
- Figur 9 einen Schnitt durch die Zentrifuge gemäß der Linie IX-IX in Figur 8,
- Figur 10 den Rotor der Freistrahlfzentrifuge aus Figur 14 in einer Unteransicht,
- Figur 11 den Antriebsteil des Rotors aus Figur 10 in Seitenansicht,
- Figur 12 eine Freistrahlfzentrifuge im Vertikalschnitt, mit zwei unterschiedlich ausgeführten Schmutzfangteilen, die in der linken Hälfte und in der rechten Hälfte der Figur gezeigt sind,
- Figur 13 eine Freistrahlfzentrifuge ebenfalls im Vertikalschnitt, mit zwei weiteren unterschiedlich ausgeführten Schmutzfangteilen in der linken und rechten Hälfte der Figur,
- Figur 14 eine Freistrahlfzentrifuge wieder im Vertikalschnitt und in zwei unterschiedlichen Ausführungen in der linken und in der rechten Hälfte der Figur,

- Figur 15 einen unter dem Rotor liegenden Gehäuseteil der Freistrahlfuge aus Figur 14 in Draufsicht,
- Figur 16 einen Teil-Horizontalschnitt durch eine Freistrahlfuge,
- Figur 17 einen Ausschnitt aus einer Abwicklung der Drehmomentübertragungsmittel aus Figur 18,
- Figur 18 eine Freistrahlfuge in einem Horizontalschnitt, mit zwei unterschiedlich ausgeführten Schmutzfangteilen und Drehmomentübertragungsmitteln,
- Figur 19 eine Freistrahlfuge in Horizontalschnitt mit geänderter Ausführung der Drehmomentübertragungsmittel,
- Figur 20 einen Teil-Vertikalschnitt durch den oberen Endbereich einer Freistrahlfuge, mit zwei unterschiedlichen Ausführungen in der linken und rechten Hälfte der Figur,
- Figur 21 einen Teil-Vertikalschnitt durch eine weitere Ausführung der Freistrahlfuge im Bereich ihres oberen, zentralen Endbereichs,
- Figur 22 eine Freistrahlfuge mit einem Mindestdruckventil, im Längsschnitt,
- Figur 23 einen Ausschnitt aus der Zentrifuge gemäß Figur 22 mit einem geänderten Mindestdruckventil, ebenfalls im Längsschnitt,

- Figur 24 ein kombiniertes Mindestdruckventil und Überdruckabsteuerventil als Teil einer Zentrifuge, im geschlossenen Zustand beider Ventile, im Längsschnitt,
- Figur 25 das Mindestdruckventil und Überdruckabsteuerventil gemäß Figur 24, nun im geöffneten Zustand des Mindestdruckventils, wieder im Längsschnitt,
- Figur 26 das Mindestdruck- und Überdruckabsteuerventil gemäß Figur 24 und 25, nun im offenen Zustand beider Ventile, wieder im Längsschnitt,
- Figur 27 das Mindestdruckventil und Überdruckabsteuerventil gemäß Figur 24 in einer abgewandelten Ausführung, im Längsschnitt,
- Figur 28 ein geändertes Mindestdruckventil als Teil der Zentrifuge, im Längsschnitt,
- Figur 29 eine Abwandlung des Mindestdruckventils aus Figur 28, ebenfalls im Längsschnitt,
- Figur 30 den unteren Teil eines Rotors und eines unteren Gehäuseteils der Zentrifuge in einer weiteren Ausführung, im Längsschnitt,
- Figur 31a einen Querschnitt gemäß der Linie A-A in der Figur 30,
- Figur 31b einen Querschnitt gemäß der Linie B-B in der Figur 30,

- Figur 32 den linken unteren Bereich einer weiteren Zentrifuge, im Längsschnitt,
- Figur 33 einen Ausschnitt aus einer weiteren Zentrifuge im Bereich eines unteren Gleitlagers, im Längsschnitt,
- Figur 34 den zentralen oberen Bereich einer weiteren Zentrifuge, im Längsschnitt,
- Figur 35 eine komplette Zentrifuge in einer weiteren Ausführung, ebenfalls im Längsschnitt,
- Figur 36 eine weitere komplette Zentrifuge, ebenfalls im Längsschnitt,
- Figur 37 eine weitere Zentrifuge in einem Querschnitt durch ihren mittleren, zentralen Bereich,
- Figur 38a einen Ausschnitt aus dem zentralen unteren Bereich einer weiteren Zentrifuge, mit einem unteren Lager und einem geschlossenen Mindestdruckventil, im Längsschnitt,
- Figur 38b die Zentrifuge aus Figur 38a, nun mit offenem Mindestdruckventil,
- Figur 39 eine abgewandelte Ausführung der Zentrifuge gemäß Figur 38a und 38b, ebenfalls im Längsschnitt,
- Figur 40 eine weitere komplette Zentrifuge, wieder im Längsschnitt, und

Figur 41 den zentralen oberen Bereich einer weiteren Zentrifuge, im Längsschnitt,

Die in Figur 1 dargestellte Freistrahlezentrifuge 1 besitzt ein Gehäuse 10, das oberseitig mit einem Schraubdeckel 14 verschlossen ist. Im Gehäuse 10 ist ein Gehäuseteil 10' angeordnet und fixiert, der eine Achse 5 trägt. Auf der Achse 5 ist ein Rotor 2 drehbar gelagert. Zur lösbaren Verbindung zwischen Gehäuse 10 und Deckel 14 besitzt das Gehäuse 10 ein Innengewinde 11 und der Deckel 14 ein Außengewinde 16.

Der im Gehäuse 10 angeordnete Gehäuseteil 10' besitzt in seinem Zentrum eine Achsaufnahme 12 mit einem Innengewinde, in das ein Gewindeende 50 der Achse 5 eingeschraubt ist. Die Achse 5 erstreckt sich nach oben durch den gesamten Rotor 2 bis an die Innenseite des Deckels 14. In ihrem Inneren ist die Achse 5 hohl ausgebildet und weist dort einen zentralen Kanal 53 auf. Durch den Kanal 53 erfolgt hier die Zuführung von zu reinigendem Schmieröl zum Rotor 2. Vom unteren Bereich des zentralen Kanals 53 gehen zwei radial verlaufende Kanäle 54 ab, die über Zweigkanäle 33 innerhalb eines Düsentragkörpers 31 zu zwei Düsen 34 führen. Bei Beschickung mit unter Druck stehendem Schmieröl treiben die Düsen 34 mittels eines ausgestoßenen Ölstrahls nach dem Rückstoßprinzip den Rotor 2 an, wodurch sich dieser auf der Achse 5 um die Drehachse 20 dreht.

Der Düsentragkörper 31 ist Teil eines Antriebsteils 3 des Rotors 2. Bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel besitzt der Antriebsteil 3 weiterhin einen Boden 32, der den Düsentragkörper 31 nach oben begrenzt. Um die Achse 5 herum verlaufend besitzt der Antriebsteil 3 einen

Rohrkörper 30, der unter Zwischenlage von zwei Gleitlagern 51, 52 unten und oben auf der Achse 5 gelagert ist.

Zwischen dem Innenumfang des Rohrkörpers 30 und dem Außenumfang der Achse 5 ist ein Ringkanal 30' gebildet, durch den Schmieröl in einen Schmutzfangteil 4 des Rotors 2 einleitbar ist. Am oberen Ende des Ringkanals 30' ist im Bereich des oberen Gleitlagers 52 eine Drosselstelle 37 vorgesehen, die für den Durchlaß einer bestimmten Ölmenge bei einem vorgegebenen Druck sorgt. Das durchgelassene Öl gelangt drucklos über einen Einlaß 44 in den oberen Endbereich des Schmutzfangteils 4. Alternativ kann hier auch statt Gleitlagers 52 der Einlaß 44 die Drosselstelle 37 bilden.

Nach dem Durchströmen des Schmutzfangteils 4 von oben nach unten gelangt das Schmieröl durch wenigstens einen, in Figur 1 nicht sichtbaren, axial unten und radial innen liegenden Auslaß aus dem Schmutzfangteil 4 heraus in einen Ölablaufbereich 13 unterhalb des Rotors 2. Aus dem Ölablaufbereich 13 strömt sowohl das zentrifugierte Öl aus dem Schmutzfangteil 4 als auch das aus den Düsen 34 ausgetretene Öl unter Schwerkraftwirkung ab, vorzugsweise in die Ölwanne der zugehörigen Brennkraftmaschine.

Der Rotor 3 ist so konstruiert, daß bei abgeschraubtem Deckel 14 der Schmutzfangteil 4 mit darin abgelagertem Schmutz unter Trennung vom Antriebsteil 3 aus dem Gehäuse 10 entnommen werden kann. Hierzu ist der Antriebsteil 3 mittels der Sicherung 38, die in das obere Ende der Achse 5 eingeschraubt ist und einen Teil der Achse 5 bildet, gegen einen axiales Abziehen nach oben gesichert. Der Schmutzfangteil 4 ist durch eine einfache axiale Bewegung von dem Antriebsteil 3 trennbar und umgekehrt mit dem Antriebsteil 3 verbindbar.

Um eine Drehbewegung des Antriebsteils 3 zuverlässig auf den Schmutzfangteil 4 zu übertragen, sind zwischen diesen beiden Teilen 3 und 4 Drehmomentübertragungsmittel 6 vorgesehen. Diese Drehmomentübertragungsmittel 6 können, je nach Bedarf, einfach oder mehrfach vorgesehen sowie an verschiedenen Stellen angeordnet sein. Oben in Figur 1 sind im Berührungsbereich zwischen Rohrkörper 30 und Schmutzfangteil 4 erste Drehmomentübertragungsmittel 6 vorgesehen, die hier eine Mehrkantkontur, wie in Figur 2a dargestellt ist, oder eine Verzahnungskontur, wie in Figur 2b beispielhaft dargestellt ist, oder eine andere geeignete formschlüssige Kontur aufweisen können.

Rechts unten in Figur 1 sind zweite Drehmomentübertragungsmittel 6 dargestellt, die in Figur 3a in einer Teil-Unteransicht gezeigt sind. Hier bestehen die Drehmomentübertragungsmittel 6 aus einem Stift 46, der von einem Boden 42 des Schmutzfangteils 40 nach unten ragt, und aus einer diesen Stift 46 aufnehmenden Ausnehmung 36 im Boden 32 des Antriebsteils 3.

Eine weitere Ausführung von Drehmomentübertragungsmitteln 6 ist links unten in Figur 1 gezeigt. Hier überlappen sich der untere Endbereich einer radial äußeren Umfangswand 40 des Schmutzfangteils 4 und ein radial äußerer, nach oben weisender Randbereich 35 des Bodens 32 des Antriebsteils 3. Wie Figur 3b verdeutlicht, werden hier die Drehmomentübertragungsmittel 6 durch eine Wellenkontur gebildet, wie sie in Figur 3b in Seitenansicht sichtbar ist.

Bei der Freistrahlfzentrifuge gemäß Figur 1 verläuft die durch die Sicherung 38 nach oben über den Rotor 2 hinaus verlängerte Achse bis in den Deckel, wodurch die Achse

zentriert wird. Im Deckel 14 ist das obere Ende der Sicherung 38 mittels eines metallischen Einsatzes 15 gehalten.

In der linken Hälfte von Figur 1 ist der Schmutzfangteil 4 in einer ersten Ausführung dargestellt. In dieser Ausführung besitzt der Schmutzfangteil 4 die radial äußere Umfangswand 40 sowie einstückig damit eine obere Wand 41 und eine radial innere Wand 43. Nach unten hin ist hier der Schmutzfangteil 4 offen. In zusammengebauten Zustand des Rotors 2 wird der Schmutzfangteil 4 unten durch den Boden 32 des Antriebsteils 3 verschlossen.

Bei der Ausführung des Schmutzfangteils 4 gemäß der rechten Hälfte von Figur 1 umfaßt dieser einstückig mit der radial äußeren Umfangswand 40 die obere Wand 41 sowie einen mit dem unteren Stirnende der Umfangswand 40 verschweißten Boden 42. Die Schweißnaht zwischen diesen beiden Teilen ist durch die Bezugsziffer 40' gekennzeichnet.

Im Betrieb der Zentrifuge 1 können Kräfte auftreten, die zu einer Bewegung des Rotors 2 nach oben führen. Um diese Kräfte schadlos aufzunehmen, sind in Figur 1 oben in der linken und in der rechten Hälfte zwei unterschiedliche Maßnahmen dargestellt. In der linken Hälfte besitzt der Schmutzfangteil 4 axial oben und radial innen eine Anlauffläche 45, die bei Bewegung des Rotors 2 nach oben in gleitende Anlage an die Unterseite des Einsatzes 15 im Deckel 14 gelangt.

In der rechten Hälfte von Figur 1 ist als alternative Lösung des gleichen Problems ein zusätzliches Axialwälzlager 15' dargestellt, das an der Unterseite des Deckels 14 oder an dem darin vorgesehenen Einsatz 15 festgelegt ist. Bei einer Bewegung des Rotors 2 nach oben legt sich die-

ser gegen den Einsatz 15 oder das Wälzlager 15' an, wodurch axiale Kräfte mit geringer Reibung auf den Deckel 14 und über diesen auf das Gehäuse 10 abgeleitet werden können.

In der Figur 2c ist als dritte Lösung des gleichen Problems ein zusätzliches, auch zur Aufnahme von axialen Kräften ausgelegtes Radialwälzlager 15' dargestellt, das an der Unterseite des Deckels 14 oder an dem darin vorgesehenen Einsatz 15 festgelegt ist. Bei einer Bewegung des Rotors 2 nach oben legt sich die obere Wand 41 des Schmutzfangteils 4 mit ihrer oberseitigen Anlauffläche 45 gegen den radial inneren Lagerring des Radialwälzlagers 15' an, wodurch axiale Kräfte mit geringer Reibung auf den Deckel 14 und über diesen auf das Gehäuse 10 abgeleitet werden können.

Wie nun wieder die Figur 1 zeigt, sind, um das im Rotor 2 befindliche Öl ohne Schlupf in Drehung zu versetzen, wenn der Rotor 2 beschleunigt wird, und/oder um im Betrieb des Rotors 2 auftretende Axialkräfte aufzunehmen, im Schmutzfangteil 4 in Radialrichtung verlaufende Leit- und Versteifungswände 48 vorgesehen.

Schließlich besitzt die Freistrahlezentrifuge 1 gemäß Figur 1 in der Achse 5 noch ein Mindestdruckanlaufventil 7, das in Figur 1 in seiner Öffnungsstellung gezeigt ist. Diese Öffnungsstellung nimmt das Ventil 7 ein, wenn ein ausreichend hoher Schmieröldruck ansteht. Unterhalb eines vorgebbaren Öldrucks nimmt das Ventil seine Schließstellung ein und die Zentrifuge 1 wird nicht von Schmieröl durchströmt, um eine vorrangige Schmierung der Lager der Brennkraftmaschine zu gewährleisten.

Im geöffneten Zustand des Ventils 7 gelangt das Schmieröl von unten her durch den zentralen Kanal 53 kommend durch das Ventil 7 hindurch und wird danach in zwei Teilströme aufgeteilt. Ein erster Teilstrom fließt durch die Zweigkanäle 33 zu den Düsen 34 und treibt so den Rotor 2 über dessen Antriebsteil 3 an. Ein zweiter Teilstrom fließt durch den Ringkanal 30 in Axialrichtung nach oben und gelangt über die Drosselstelle 37 unter Druckabfall in den Schmutzfangteil 4. Der Schmutzfangteil 4 steht damit nicht mehr unter dem von einer zufördernden Ölpumpe erzeugten hohen Öldruck, sondern muß nur noch die durch die Rotation auftretenden Kräfte aufnehmen, was den Rotor 2 entlastet.

Figur 4a zeigt in einer perspektivischen Ansicht unten den Antriebsteil 3 und oben einen Teil des Schmutzfangteils 4 vor deren Zusammenbau.

Der Antriebsteil 3 besteht aus dem nach oben ragenden Rohrkörper 30 und dem Düsentragkörper 31, der bei dieser Ausführung oberseitig durch den durchgehenden Boden 32 gebildet ist. Am radial äußeren Rand des Düsentragkörpers 31 liegt die Randaufkantung 35 des Bodens 32 mit ihrer Wellenkontur, die die Drehmomentübertragungsmittel 6 bildet.

Vom Schmutzfangteil 4 ist in Figur 4a nur dessen unterer Teil mit einem Teil der Umfangswand 40 sichtbar. Am axial unteren Ende der Umfangswand ist eine zu der Wellung des Antriebsteils 3 passende Wellung angeformt, wodurch die Drehmomentübertragungsmittel 6 auf der Seite des Schmutzfangteils 4 gebildet werden. Zur Abdichtung zwischen Antriebsteil 3 und Schmutzfangteil 4 ist an letzterem außerdem eine umlaufende Dichtung 62 angebracht.

Figur 4b zeigt den Antriebsteil 3 und den Schmutzfangteil 4 in ihrem zu dem kompletten Rotor 2 zusammengebauten Zustand. Die nun nicht mehr sichtbaren Drehmomentübertragungsmittel 6 befinden sich im Eingriff miteinander, wobei dieser Eingriff durch einfaches axiales Zusammenfügen von Antriebsteil 3 und Schmutzfangteil 4 erreicht ist. Ganz oben und ganz unten in Figur 4b ist jeweils noch ein Teil der Achse 5 erkennbar.

Figur 5 zeigt eine Freistrahlfzentrifuge 1 in weiteren Ausführungen, wobei jeweils in der linken und rechten Hälfte von Figur 5 unterschiedliche Ausführungen gezeigt sind.

Der Antriebsteil 3 hat hier einheitlich die Form einer Scheibe, durch die verschiedene Kanäle verlaufen. Oben auf den Antriebsteil 3 ist auch hier der Schmutzfangteil 4 lösbar aufgesetzt, wobei auch hier zum Herstellen und Lösen des Eingriffs von Antriebsteil 3 und Schmutzfangteil 4 eine einfache axiale Bewegung relativ zueinander genügt.

Unten durch den Antriebsteil 3 verlaufen in einander entgegengesetzten radialen Richtungen zwei Zweigkanäle 33, die an ihrem Ende jeweils zu einer Rückstoßdüse 34 führen, die zum Antrieb des Rotors 2 zwecks Drehung um die Drehachse 20 dienen. Über den Zweigkanälen 33 verlaufen durch den Antriebsteil 3 weitere Kanäle überwiegend in Radialrichtung, die einen Auslaß 47 für aus dem Schmutzfangteil 4 kommendes, zentrifugiertes Schmieröl bilden. Nach oben hin wird der Düsentragkörper 31, der die Zweigkanäle 33 und die Kanäle für den Auslaß 47 aufweist, durch einen Boden 32 begrenzt. Weiterhin erstreckt sich auch hier vom Düsentragkörper 31 der Rohrkörper 30 axial nach oben.

Der Schmutzfangteil 4 hat hier die Form einer unten offenen Glocke mit einer radial äußeren Umfangswand 40 und einer oberen, hier geschlossenen Wand 41.

Zur Übertragung des Antriebsdrehmoments vom Antriebsteil 3 auf den Schmutzfangteil 4 sind auch hier Drehmomentübertragungsmittel 6 vorgesehen, die an verschiedenen Stellen angeordnet sein können. Ähnlich wie schon anhand der vorhergehenden Figuren 4a und 4b erläutert, können entsprechende Drehmomentübertragungsmittel 6 im axial unteren, radial äußeren Überlappungsbereich zwischen Umfangswand 40 und Randaufkantung 35 des Bodens 32 vorgesehen sein. Bei Bedarf kann dort auch eine Dichtung 62 angeordnet sein. Eine weitere Alternative für die Drehmomentübertragungsmittel 6 besteht darin, daß für die Drehmomentübertragung innerhalb des Schmutzfangteils 4 angeordnete Leit- und Versteifungswände 48 genutzt werden. Diese Wände 48 können an ihrem radial inneren Ende mit der Außenseite des Rohrkörpers 30 einen Drehmomente übertragenden Eingriff bilden, wobei der Eingriff durch axiales Aufschieben des Schmutzfangteil 4 auf den Antriebsteil 3 hergestellt und durch eine umgekehrte axiale Bewegung gelöst werden kann.

Auch bei den Beispielen gemäß Figur 5 umfaßt die Freistrahlfzentrifuge 4 ein Gehäuse 10 mit einem darin angeordneten Gehäuseteil 10'. Dieser Gehäuseteil 10' besitzt in seinem Zentrum eine Achsaufnahme 12, in die die Achse 5 für den Rotor 2 mit einem unteren Gewindeende 50 eingesetzt ist.

Die Achse 5 erstreckt sich in dieser Ausführung frei nach oben verlaufend durch den größten Teil der Höhe des Rohrkörpers 30, wobei die Achse 5 aber innerhalb des Rotors endet. Deshalb kann der Schmutzfangteil 4 hier auch, wie

zuvor erwähnt, mit einer geschlossenen oberen Wand 41 ausgeführt sein.

Zur Lagerung des Antriebsteils 3 auf der Achse 5 dienen hier unten ein Gleitlager 51 und oben ein Wälzlager 52.

Zur Zuführung von Schmieröl dient hier wieder ein zentraler Kanal 53 in der Achse 5. Im unteren Bereich des Kanals 53 gehen von diesem die radialen Kanäle 54 ab, die eine Verbindung zu den Zweigkanälen 33 im Düsentragkörper 31 bilden und die unter Druck stehendes Schmieröl zu den Düsen 34 führen.

Der Kanal 53 verläuft in der Achse 5 nach oben weiter bis nahe an deren oberes Ende. Dort befindet sich eine relativ kleine radiale Bohrung, die eine Drosselstelle 37 bildet. Durch diese Drosselstelle 37 gelangt ein vorgebarer Teilstrom an Schmieröl unter Druckabbau zu den Einlässen 44 und durch diese in das Innere des Schmutzfangteils 4, um dort zentrifugiert zu werden.

Ein geringer Bruchteil dieses Teilstroms fließt aus dem Bereich hinter der Drosselstelle 37 unter Schwerkraftwirkung durch das Wälzlager 52 hindurch in den Ringkanal 30' und in diesem nach unten. An seinem unteren Ende steht der Ringkanal 30' hier mit dem Schmierölauslaß 47 des Schmutzfangteils 4 in Verbindung, wodurch das Öl aus dem Ringkanal 30' und das Öl aus dem Schmutzfangteil 4 gemeinsam in den Ölbereich 13 abgeführt werden.

An der Unterseite der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4 ist ein nach unten vorragender Kragen 41' angeformt, der radial außen von den Einlässen 44 liegt. Der Kragen 41' sorgt für eine gleichmäßige Verteilung des in den Schmutzfangteil 4 eintretenden Ölstroms in Umfangsrich-

tung, um eine gleichmäßige Schmutzablagerung im Schmutzfangteil 4 in dessen Umfangsrichtung zu gewährleisten.

Zur Aufnahme von nach oben hin wirkenden Kräften sind hier in der linken und rechten Hälfte der Figur 5 zwei unterschiedliche Maßnahmen dargestellt. Links sind zwei zusammenwirkende Anlaufflächen vorgesehen, wobei die Anlauffläche 45 Teil der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4 und die andere Anlauffläche Teil eines metallischen Einsatzes 15 im Deckel 14 ist. In der rechten Hälfte von Figur 5 ist als Alternative ein zusätzliches Wälzlager 15' dargestellt, das einerseits am Deckel 14 befestigt ist und andererseits im zusammengebauten Zustand der Zentrifuge 1 an dem Schmutzfangteil 4 anliegt.

Schließlich zeigt die Figur 5 ganz oben in ihrem Zentrum noch Kopplungsmittel 49, hier in Form von flexiblen Schnapphaken. Diese Kopplungsmittel 49 dienen dazu, bei einem Abschrauben des Deckels 14 den Schmutzfangteil 4 gleichzeitig mit nach oben zu bewegen und den Schmutzfangteil 4 dadurch ohne weitere Maßnahmen von dem Antriebsteil 3 zu trennen. Dadurch wird eine besonders einfache und saubere Handhabung erreicht.

Unterhalb des Antriebsteils 3 befindet sich auch hier ein Ölablaufbereich 13, von dem aus das aus Düsen 34 ausgetretene Schmieröl und das aus dem Auslaß 47 kommende Schmieröl drucklos und unter Schwerkraftwirkung zur Ölwanne der zugehörigen Brennkraftmaschine abfließt.

Figur 6 zeigt eine Abwandlung der Freistrahlezentrifuge 1 aus Figur 5, die den Antriebsteil 3 betrifft. Bei der Ausführung gemäß Figur 6 ist der Antriebsteil 3 flacher ausgeführt und umfaßt in seinem Düsentragkörper 31 nun nur noch die Zweigkanäle 33 für die Versorgung der Düsen

34. Der Auslaß 47 für das zentrifugierte Schmieröl aus dem Schmutzfangteil 4 ist hier aus der Radialrichtung des Düsentragkörpers 31 heraus in einen axialen, achsnäheren Verlauf verlegt, wodurch eine größere Höhe für den Schmutzfangteil 4 zur Verfügung steht. Dabei umfaßt der Auslaß 47 vorzugsweise mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete parallele Kanäle, von denen Figur 6 nur einen zeigt. Ansonsten entspricht die in Figur 6 ausschnittsweise dargestellt Zentrifuge 1 der Ausführung gemäß Figur 5.

Figur 7 zeigt den Antriebsteil 3 der Zentrifuge 1 aus Figur 6 in einer Ansicht gemäß der Blickrichtung Z in Figur 6. Unten in Figur 7 ist der Düsentragkörper 31 mit der dem Betrachter zugewandten Düse 34 sichtbar. Nach oben wird der Düsentragkörper 31 durch den flachen Boden 32 begrenzt. Zentral erstreckt sich vom Düsentragkörper 31 der Rohrkörper 30 nach oben, vom dem hier nur ein kleiner Teil dargestellt ist.

Figur 8 zeigt wieder im Vertikalschnitt eine weitere Freistrahlszentrifuge 1, für die charakteristisch ist, daß sie keine feste durchgehende Achse aufweist. Vielmehr erfolgt hier die Lagerung des Rotors 2 mittels zweier Achsstummel, die mit dem Antriebsteil 3 verbunden sind.

Der Antriebsteil 3 besitzt auch hier einen Düsentragkörper 31, der nun die Form von zwei radial nach außen und schräg nach unten weisenden, rohrförmigen Armen hat. Durch jeden Arm verläuft einer der Zweigkanäle 33 jeweils zu einer Düse 34 am Ende der Arme. Der Düsentragkörper 31 ist hier mit einem nach oben verlaufenden Rohrkörper 30 einstückig ausgeführt oder verbunden, z.B. verschweißt. Am unteren Ende des Rohrkörpers 30 ist ein erster Achsstummel 5' vorgesehen, der hier durch ein eingepreßtes

Drehteil gebildet ist. Am oberen Ende des Rohrkörpers 30 ist ein oberer Achsstummel 5'' eingesetzt.

Der untere Achsstummel 5' liegt in einem unteren Gleitlager 51, wobei durch einen unten angeordneten, radial nach außen vorragenden Bund am unteren Achsstummel 5' dessen axiale Beweglichkeit nach oben begrenzt ist. Dadurch wird auch die axiale Beweglichkeit des Antriebsteils 3 insgesamt entsprechend begrenzt.

Der obere Achsstummel 5'' ragt in ein oberes Wälzlager 52 hinein, das seinerseits am Deckel 14 des Gehäuses 10 der Zentrifuge 1 festgelegt ist.

Mit dem Antriebsteil 3 ist auch hier der Schmutzfangteil 4 lösbar verbunden, wobei auch hier das Verbinden und Lösen einfach mittels axialer Bewegungen erfolgt.

Der Schmutzfangteil 4 bildet hier einen aus zwei zuvor separat gefertigten Teilen bestehenden Hohlkörper, wobei die beiden Teile entlang einer Schweißnaht 40', z. B. mittels Spiegelschweißens, miteinander dauerhaft verbunden sind. Dabei umfaßt der Schmutzfangteil 4 hier eine radial äußere Umfangswand 40, eine obere Wand 41 und einen Boden 42. Radial innen ist der Schmutzfangteil 4 hier ohne eine eigene Wand ausgeführt.

Zur Übertragung des vom Antriebsteil 3 erzeugten Drehmoments auf den Schmutzfangteil 4 dient hier eine besondere Kontur der Unterseite des Bodens 42 des Schmutzfangteils 4. Der Boden 42 ist so geformt, daß er in Umfangsrichtung gesehen die Arme des Düsentragkörpers 31 übergreift.

Diese Formgebung und das Zusammenwirken der Konturen wird in Figur 9 deutlich, die einen Teilschnitt gemäß der Li-

nie IX-IX in Figur 8 zeigt. Bei der Ausführung gemäß Figur 9 wird zusätzlich eine leichte Rastwirkung erzielt, wodurch der Schmutzfangteil 4 an einer selbsttätigen Bewegung nach oben vom Antriebsteil 3 weg gehindert wird. Gleichzeitig bleibt aber diese Rastverbindung durch manuelles Ausüben einer axialen Zugkraft zwecks Trennung des Schmutzfangteils 4 vom Antriebsteil 3 sehr leicht lösbar.

Die Zuführung des zu reinigenden Schmieröls erfolgt, wie nun wieder die Figur 8 zeigt, auch hier von unten her durch den zentralen Kanal 53, der zunächst durch den unteren Achsstummel 5' verläuft. Nach oben hin schließt sich an den Achsstummel 5' das Mindestdruckanlaufventil 7 an, das hier in seiner Schließstellung gezeigt ist. In offener Stellung ist der untere Bereich des zentralen Kanals 53 mit den Zweigkanälen 33, die zu den Düsen 34 führen, verbunden.

Durch einen das Ventil 7 bildenden Ventilkörper verläuft ein kleiner Kanal in Axialrichtung, der eine Drosselstelle 37 für den Schmierölteilstrom bildet, der dem Schmutzfangteil 4 zugeleitet wird. Nach dem Durchströmen der Drosselstelle 37 fließt das zu zentrifugierende Schmieröl drucklos durch den oberen Teil des Kanals 53 im Rohrkörper 30 nach oben und gelangt von dort durch Einlässe 44 in den oberen Bereich des Schmutzfangteils 4.

Das zentrifugierte Schmieröl verläßt den Schmutzfangteil 4 radial innen und axial unten durch den Auslaß 47. In der rechten Hälfte von Figur 8 sind im Bereich des Auslasses 47 Umlenkrippen 17 einerseits am Antriebsteil 3 und andererseits am Gehäuseteil 10' dargestellt. Diese Rippen 17 sorgen dafür, daß der aus dem Auslaß 47 kommende Ölstrom gleichmäßig wird, um den Antrieb durch die

aus den Düsen 43 austretenden Ölstrahlen nicht zu behindern.

Eine alternative Ausführung ist unten in der linken Hälfte von Figur 8 dargestellt. Hier ist anstelle der Rippen 17 eine Abschirmscheibe 17' eingebaut, die parallel zu der Oberfläche des Gehäuseteils 10' mit Abstand von dessen Oberseite verläuft. Der aus dem Auslaß 47 kommende zentrifugierte Ölteilstrom fließt unterhalb der Abschirmscheibe 17' ab; die Ölstrahlen, die aus den Düsen 34 austreten, prallen auf die Oberseite der Abschirmscheibe 17'; radial weiter außen und axial weiter unten treffen die beiden Ölströme dann wieder zusammen und werden vereinigt aus dem Ölablaufbereich 13 zur Ölwanne der zugehörigen Brennkraftmaschine abgeleitet.

Figur 10 zeigt den Rotor 2 aus Figur 14 in einer Unteransicht. Radial außen liegt der Schmutzfangteil 4 mit seiner Umfangswand 40 und seinem nun dem Betrachter zugewandten Boden 42.

Weiter innen ist der Antriebsteil 3 erkennbar. Dieser umfaßt den Rohrkörper 30 und von diesem ausgehend den die Form von zwei Armen aufweisenden Düsentragkörper 31 mit den Rückstoßdüsen 34. Konzentrisch zum zentralen Rohrkörper verlaufen die Umlenkrippen 17.

Die Drehmomentübertragungsmittel 6 werden hier zwischen der dem Betrachter zugewandten Unterseite des Bodens 42 und dem Düsentragkörper 31 durch sich gegenseitige übergreifende Konturen gebildet, die durch Bewegung in Axialrichtung relativ zueinander in und außer Eingriff bringbar sind.

Figur 11 zeigt den Antriebsteil 3 aus Figur 8 und Figur 10 nun für sich in einer Seitenansicht. Den zentralen Teil des Antriebsteils 3 bildet der nach oben ragende Rohrkörper 30. Von diesem gehen unten nach links und rechts die beiden Arme, die den Düsentragkörper 31 bilden, ab. Am radial äußeren Ende des Düsentragkörpers 31 sind die beiden Rückstoßdüsen 34 sichtbar. Vom Düsentragkörper 31 geht außerdem jeweils ein kurzer Abschnitt der Umlenkrippen 17 nach unten aus. Im zusammengebauten Zustand von Antriebsteil 3 und Schmutzfangteil 4 ergänzen sich die Umlenkrippen 17 am Antriebsteil 3 mit den Umlenkrippen 17 am Boden 42 des Schmutzfangteils 4 zu dem in Figur 10 sichtbaren geschlossenen Kranz von Umlenkrippen 17. Zur Vermeidung von Leckagen im Berührungsbereich sind dort die Rippenkonturen überlappend ausgeführt.

Die Figur 12 zeigt einen Rotor mit zwei unterschiedlich ausgeführten Schmutzfangteilen, die jeweils in der linken bzw. rechten Hälfte von Figur 12 dargestellt sind. In der linken Hälfte von Figur 12 besitzt der Schmutzfangteil 4 eine radial äußere Umfangswand 40. Oben ist der Schmutzfangteil 4 durch einen eigenen Deckel 41 verschlossen, der die Umfangswand 40 radial außen übergreift. In ähnlicher Weise ist unten der Schmutzfangteil 4 durch einen separaten Boden 42 verschlossen, wobei hier radial innen der Auslaß 47 für das zentrifugierte Schmieröl offen gelassen ist. Im Inneren des Schmutzfangteils 4 sind radial verlaufende Leit- und Versteifungswände 48 angeordnet, die beispielsweise mit der Umfangswand 40 verbunden oder einstückig sind. Radial innen besitzt der Schmutzfangteil 4 keine eigene Wand.

In der rechten Hälfte von Figur 12 besitzt der Schmutzfangteil 4 wieder eine radial äußere Umfangswand 40, die hier aber einstückig mit dem Boden 42 ausgeführt ist.

Oberseitig ist auch hier der Schmutzfangteil 4 durch einen eigenen Deckel 41 verschlossen.

Der Antriebsteil 3 sitzt hier unter Zwischenlage von zwei Gleitlagern 51, 52 auf einer fest montierten Achse 5, die den gesamten Rotor 2 durchsetzt. Der Antriebsteil 3 setzt sich wieder zusammen aus dem Rohrkörper 30 und einem Düsentragkörper 31, hier in Form von zwei nach außen weisenden Armen, von dem in Figur 12 nur ein Arm gezeigt ist.

Die Drehmomentübertragungsmittel 6 können hier so ausgeführt werden, wie schon anhand von Figur 8 und 9 beschrieben.

In der Achse 5 sitzt auch hier ein Mindestdruckanlaufventil 7, das erst bei einem gewissen Mindestdruck einen Ölstrom durch den Rotor 2 erlaubt. In der in Figur 12 gezeigten geschlossenen Stellung des Ventils 7 ist ein Ölstrom gesperrt.

Ganz unten in Figur 12 ist noch ein kleiner Teil des Gehäuses 10 sichtbar, das die Achse 5 trägt. Ganz oben in Figur 12 ist ein kleiner Ausschnitt des Deckels 14 dargestellt, in dem das obere Ende der Achse 5 zentriert ist.

Figur 13 zeigt in gleicher Darstellung wie die Figur 12 zwei weitere Ausführungen des Schmutzfangteils 4. Dabei entsprechen die Schmutzfangteile 4, die in der linken und der rechten Hälfte von Figur 13 dargestellt sind, im wesentlichen den Schmutzfangteilen 4, die in der linken und der rechten Hälfte von Figur 12 dargestellt sind, mit dem Unterschied, daß bei den Ausführungen gemäß Figur 13 jeweils der Schmutzfangteil 4 jeweils noch eine eigene radial innere Wand 43 umfaßt.

Bei der in der linken Hälfte von Figur 13 gezeigten Ausführung des Schmutzfangteils 4 umfaßt dieser neben der radial äußeren Umfangswand und dem oberen Deckel 41 und dem Boden 42 noch die radial innere Wand 43. Die Wände 40 und 43 sind über die radial verlaufenden Leit- und Versteifungswände 48 miteinander verbunden.

Bei der in Figur 13 in deren rechter Hälfte dargestellten Ausführung des Schmutzfangteils 4 besitzt dieser eine Umfangswand 40 und einstückig damit einen Boden 42 und die radial innere Wand 43. Oben ist auch hier ein separater Deckel 41 angebracht.

Die Drehmomentübertragungsmittel 6 sind hier wieder entsprechend der Ausführung gemäß den Figuren 8 und 9 ausgeführt.

Die Lagerung des Rotors 2 erfolgt bei allen Ausführungen, die in den Figuren 12 und 13 dargestellt sind, mittels je eines unteren Gleitlagers 51 und oberen Gleitlagers 52, die jeweils zwischen Achse 5 und Antriebsteil 3 liegen.

Auch bei allen Ausführungen gemäß den Figuren 12 und 13 ist nach Abnehmen des hier nur angedeuteten Schraubdeckels 14 und nach Lösen einer mit dem oberen Ende der Achse 5 verbundenen Sicherung der Schmutzfangteil 4 nach oben hin durch eine axiale Bewegung von dem Antriebsteil 3 zwecks Entsorgung trennbar.

Figur 14 zeigt in ihrer linken und rechten Hälfte zwei weitere Ausführungen der Freistrahlezentrifuge 1, die teilweise mit der Ausführung gemäß Figur 8 übereinstimmen. Der wesentliche Unterschied besteht in einer anderen Lagerung des Rotors 2, der in Figur 14 auf einer durchge-

henden Achse 5 gelagert ist, die sich durch den Rotor 2 hindurch bis zum Deckel 14 des Gehäuses 10 erstreckt. Dabei ist die Achse 5 mit einem unteren Gewindeende 50 in einer zentralen Achsaufnahme 12 im Gehäuseteil 10' des Gehäuses 10 gehalten.

Der Antriebsteil 3 besitzt hier wieder einen zentralen, nach oben verlaufenden Rohrkörper 30 und einen die Form von zwei Armen aufweisenden Düsentragkörper 31 mit Zweigkanälen 33 und Düsen 34. Der Antriebsteil 3 ist unten mittels eines Gleitlagers 51 und oben alternativ entweder mittels eines oberen Gleitlagers 52 oder eines oberen Wälzlagers 52 auf der Achse 5 gelagert.

Der Schmutzfangteil 4 ist hier wieder aus zwei miteinander entlang einer Schweißnaht 40' verschweißten Einzelteilen, vorzugsweise Spritzgußteilen aus Kunststoff, gebildet, wobei in der linken Hälfte von Figur 14 der Schmutzfangteil 4 ohne radial innere Wand und in der rechten Hälfte von Figur 14 mit einer radial inneren Wand 43 ausgebildet ist.

In dem zentralen Kanal 53 der Achse 5 ist auch hier wieder ein Mindestdruckanlaufventil 7 angeordnet, das in Figur 14 in Schließstellung gezeigt ist. In offener Stellung gelangt Schmieröl durch den unteren Bereich des zentralen Kanals 53 am Ventil 7 vorbei durch den radialen Kanal 54 zum einen in die Zweigkanäle 33 zu den Düsen 34 und zum anderen in den Ringkanal 30' zwischen Innenumfang des Rohrkörpers 30 und Außenumfang der Achse 5. Dieser zweite, durch den Ringkanal 30' strömende Teilstrom gelangt am oberen Lager 52 vorbei durch den oberen Einlaß 44 gedrosselt in das Innere des Schmutzfangteils 4 und wird dort zentrifugiert. Da der hydraulische Druck des Teilstroms auf dem Weg zum Schmutzfangteil 4 schon abge-

baut ist, steht der Schmutzfangteil 4 auch hier nur unter dem durch die Zentrifugalkraft bei der Rotation erzeugten Kräften.

Ganz oben in Figur 14 ist in der rechten Hälfte eine einfache Zentrierung des oberen Endes der Achse 5 im Deckel 14 dargestellt.

In der linken Hälfte von Figur 14 ist ganz oben eine Ausführung gezeigt, die Kopplungsmittel 49 aufweist, um bei einem Losdrehen des Schraubdeckels 14 den Schmutzfangteil 4 vom Antriebsteil 3 ohne weitere Maßnahmen zu trennen und mit nach oben zu bewegen.

Zur Aufnahme von nach oben gerichteten Kräften, die auf den Rotor 2 wirken, ist in der linken Hälfte von Figur 14 oben zwischen dem Deckel 14 und der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4 ein zusätzliches Wälzlager 15' vorgesehen.

Unterhalb des Antriebsteils 3 sind in Figur 14 alternativ rechts Umlenkrippen 17 und links eine Abschirmscheibe 17' dargestellt, die schon anhand von Figur 8 erläutert wurden.

Figur 15 zeigt eine Draufsicht auf den zentralen Bereich des Gehäuseteils 10' aus der rechten Hälfte von Figur 14, der unter dem Rotor 2 liegt. Hier wird besonders die Anordnung der Umlenkrippen 17 auf dem Gehäuseteil 10' deutlich. Im Zentrum von Figur 15 ist der zentrale Kanal 53 sichtbar, der von der Achsaufnahme 12, in die hier die Achse 5 nicht eingesetzt ist, umgeben ist.

Figur 16 zeigt ein erstes Beispiel für die Anordnung und Gestaltung der Drehmomentübertragungsmittel 6 radial in-

nen zwischen dem Rohrkörper 30 und den in Radialrichtung verlaufenden Leit- und Versteifungswänden 48 des Schmutzfangteils 4. Der Rohrkörper 30 ist dazu mit nach außen hin offenen Nuten ausgeführt, die jeweils das radial innere Ende der Wände 48 in sich aufnehmen. Auf diese Weise kann ein vom Antriebsteil 3 erzeugtes Drehmoment vom Rohrkörper 30 über die mit diesem in Eingriff stehenden Wände 48 auf den Schmutzfangteil 4 übertragen werden. Gleichzeitig verdeutlicht die Figur 16, daß der Eingriff zwischen Rohrkörper 30 und Wänden 48 auch hier einfach durch eine axiale Bewegung des Schmutzfangteils 4 relativ zum Antriebsteil 3 hergestellt und gelöst werden kann. Der Rohrkörper 30 kann hier bei Herstellung als Druckgußteil an seinem Außenumfang einfach in zwei entgegengesetzte radiale Richtungen entformt werden.

Ganz im Zentrum der Figur 16 ist noch die Achse 5 mit dem darin angeordneten Ventil 7 erkennbar. Zwischen dem Außenumfang der Achse 5 und dem Innenumfang des Rohrkörpers 30 verläuft der Ringkanal 30' für die Zuführung von Schmieröl zum Schmutzfangteil 4.

Im Hintergrund liegt in Figur 16 der Boden 42 des Schmutzfangteils 4. Unter diesem Boden 42 befindet sich der Düsentragkörper 31.

Die Figur 17 zeigt anhand einer Teil-Abwicklung die Drehmomentübertragungsmittel 6 aus Figur 16. Hier wird besonders deutlich, daß die Drehmomentübertragungsmittel 6 jeweils mit Einlaufspitzen und/oder Einlaufschrägen 61 ausgeführt sind, wodurch die Drehmomentübertragungsmittel bei ihrem Zusammenfügen selbstfindend sind.

Figur 18 zeigt zwei zu der Ausführung gemäß Figur 16 alternative weitere Ausgestaltungen. Im linken Teil der Fi-

gur 18 ist der Schmutzfangteil 4 mit einer radial äußeren Umfangswand 40 und mit radial verlaufenden Leit- und Versteifungswänden 48 ausgeführt. Das radial innere Ende der Wände 48 bildet jeweils zusammen mit am Rohrkörper 30 vorgesehenen Nuten die Drehmomentübertragungsmittel 6.

In einem rechts in Figur 18 liegenden, herausgebrochenen Ausschnitt ist der Schmutzfangteil 4 zusätzlich mit einer radial inneren Wand 43 ausgebildet, die über die radial verlaufenden Wände 48 mit der radial äußeren Umfangswand 40 verbunden ist. Bei dieser Ausführung ragt jede zweite radial verlaufende Wand 48 radial nach innen über die radial innere Wand 43 hinaus und steht dort in Eingriff mit axialen Nuten am dem Rohrkörper 30, um die Drehmomentübertragungsmittel 6 zu bilden.

Auch in den beiden Ausführungen gemäß Figur 18 kann der Eingriff der Drehmomentübertragungsmittel 6 durch eine einfache axiale Bewegung des Schmutzfangteils 4 relativ zum Antriebsteil 3 hergestellt und gelöst werden.

Figur 19 zeigt noch eine weitere Abwandlung der Drehmomentübertragungsmittel 6 gemäß den Figuren 16 und 18. Die Abwandlung gemäß Figur 19 ist links oben in dieser Figur herausgebrochen dargestellt. Hier sind die Drehmomentübertragungsmittel 6 in Form von Nut und Feder mit einem Hinterschnitt ausgeführt. In dieser Ausführung können in Radialrichtung von innen nach außen wirkende Kräfte von den Wänden 48 an den Rohrkörper 30 abgeleitet werden. Zugleich bleibt es möglich, den Eingriff der Drehmomentübertragungsmittel 6 durch axiales Bewegen des Schmutzfangteils 4 relativ zum Antriebsteil 3 herzustellen und zu lösen.

Figur 20 zeigt in einem Teil-Vertikalschnitt durch den oberen Bereich der Zentrifuge 1 eine Abwandlung der Zentrifuge 1 aus Figur 5. Die Abwandlung besteht darin, daß bei der Zentrifuge 1 gemäß Figur 20 die Zuführung des Schmierölteilsstroms, der zu zentrifugieren ist, von oben her erfolgt. Hierzu ist im Schraubdeckel 14 ein Zuführkanal 18 ausgeformt, der von unten kommend parallel zur Oberfläche des Deckels 14 verläuft und der im Zentrum des Deckels 14 in Richtung nach unten zum Schmutzfangteil 4 hin ausmündet.

Der Schmutzfangteil 4 besitzt hier eine radial äußere Umfangswand 40 sowie eine obere Wand 41, die in ihrem Zentrum einen Einlaß 44 aufweist, der in Axialrichtung gesehen genau gegenüber der Ausmündung des Kanals 18 liegt. Bei Zuführung des zu zentrifugierenden Schmieröls durch den Kanal 18 strömt das Schmieröl aus dem deckelseitigen Ende des Kanals 18 in Vertikalrichtung von oben nach unten durch den Einlaß 44 in das Innere des Schmutzfangteils 4.

In den übrigen in Figur 20 sichtbaren Teilen entspricht die Zentrifuge 1 dem Beispiel gemäß Figur 5.

Figur 21 zeigt in einer vergrößerten Schnittdarstellung einen Ausschnitt aus dem oberen Bereich einer Zentrifuge. Rechts in Figur 21 ist die Sicherung 38 erkennbar, die als separates Bauteil in das obere Ende der Achse 5 eingeschraubt ist. Die Sicherung 38 sorgt dafür, daß der Schmutzfangteil 4, von dem hier nur dessen obere Wand 41 sichtbar ist, sich im Betrieb der Zentrifuge nicht relativ zum Antriebsteil 3 nach oben hin bewegen kann.

Von dem Antriebsteil 3 ist in Figur 21 nur der obere Endbereich des Rohrkörpers 30 erkennbar. Zwischen diesem und

der Achse 5 ist das obere Gleitlager 52 angeordnet. Das Gleitlager 52 hat relativ dem Rohrkörper 30 ein solches Spaltmaß, daß der Lagerspalt die gewünschte Drosselstelle 37 für den Ölstrom zum Schmutzfangteil bildet. In der Drosselstelle 37 wird der Öldruck des zum Schmutzfangteil 4 strömenden Ölteilstroms abgebaut. Danach fließt das Öl drucklos durch den Einlaß 44 in das Innere des Schmutzfangteils 4.

Zur Zentrierung der Achse 5 liegt ein oberer Endbereich der Sicherung 38 zentriert in einem Einsatz 15 aus Metall, der seinerseits in den aus Kunststoff bestehenden Schraubdeckel 14 zentrisch eingesetzt ist.

Neben dem Schraubdeckel 14 besteht bevorzugt auch der Schmutzfangteil 4 mit seinen Einzelteilen aus Kunststoff, um den Schmutzfangteil 4 kostengünstig herstellen und umweltverträglich entsorgen, vorzugsweise verbrennen zu können.

Figur 22 zeigt eine weitere Zentrifuge 1 in einem Längsschnitt, die zur Reinigung des Schmieröls einer Brennkraftmaschine dient. Die Zentrifuge 1 umfaßt ein Gehäuse 10, das oberseitig mit einem Schraubdeckel 14 verschlossen ist. Hierzu besitzt das Gehäuse 10 ein Innengewinde 11 und der Deckel 14 ein Außengewinde 16, die miteinander in Schraubeingriff stehen.

Im unteren Teil der Zentrifuge 1 ist im Gehäuse 10 ein Gehäuseteil 10' angeordnet, der hier als Einsatz von oben her in das Gehäuse 10 eingesteckt ist.

Im oberen Teil der Zentrifuge 1 befindet sich ein Rotor 2, der auf einer Achse 5 drehbar gelagert ist. Die Achse 5 ist mit ihrem unteren Ende in eine zentrische Achsauf-

nahme 12 an der Oberseite des Gehäuseteils 10' eingesetzt, beispielsweise eingeschraubt oder eingepreßt.

Der Rotor 2 der Zentrifuge 1 ist zweiteilig ausgebildet und besteht aus einem Antriebsteil 3 und einem Schmutzfangteil 4.

Der Antriebsteil 3 des Rotors 2 umfaßt einen zentralen Rohrkörper 30 und zwei von diesem ausgehende Arme, durch die je ein Zweigkanal 33 zu einer Rückstoßdüse 34 führt. Der Antriebsteil 3 ist mittels eines unteren Gleitlagers 51 und eines oberen Wälzlagers 52 auf der Achse 5 gelagert.

Der Schmutzfangteil 4 besteht aus einer Umfangswand 40, einer oberen Wand 41 und einem Boden 42, wobei zwischen der Umfangswand 40 und dem Boden 42 umlaufend eine Schweißnaht 40' zur Verbindung der Teile miteinander angebracht ist. Bei von dem Gehäuse 10 abgenommenen Deckel 14 kann der Schmutzfangteil 4 durch Abziehen nach oben von dem Antriebsteil 3 getrennt und separat entsorgt werden. Ein neuer Schmutzfangteil 4 kann dann in umgekehrter Richtung von oben her auf den Antriebsteil 3 aufgesteckt werden, um die Zentrifuge 1 wieder zu komplettieren.

Die Zuführung des in der Zentrifuge 1 zu reinigenden Schmieröls erfolgt von unten her durch einen zentralen Öleinlaß 18, der im Zentrum des Gehäuseteils 10' vorgesehen ist. Von dort führt der Strömungsweg des zufließenden Schmieröls weiter durch einen hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 und verzweigt sich von dort in zwei Teilströme, nämlich einen ersten Teilstrom durch die Zweigkanäle 33 zu den Düsen 34 und einen zweiten Teilstrom durch eine Drosselstelle 37 im Gleitlager 51, durch einen Ringkanal 30' zwischen dem Rohrkörper 30 und der Achse 5 und durch

einen Einlaß 44 in den oberen Bereich des Schmutzfangteils 4. Im Schmutzfangteil 4 bildet der radial äußere Teil von dessen Innerem einen Schmutzsammelbereich 4', in dem sich durch Fliehkraft aus dem Schmieröl abgeschiedene Schmutzpartikel als Schmutzpartikelkuchen absetzen.

Im Bereich des Öleinlasses 18 und im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 ist ein Mindestdruckventil 7 angeordnet, das dazu dient, einen Ölfluß durch die Zentrifuge 1 erst dann zuzulassen, wenn am Öleinlaß 18 ein gewisser Mindestöldruck vorliegt. Das Mindestdruckventil 7 umfaßt hier einen Ventilkörper 70, der axial verschieblich im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 geführt ist und der durch eine Schraubenfeder 76 in Schließrichtung, also in Richtung nach unten, vorbelastet ist. Die Figur 22 zeigt das Mindestdruckventil 7 in seiner Schließstellung. Bei Ansteigen des Öldrucks am Öleinlaß 18 wird der Ventilkörper 70 gegen die Kraft der Feder 76 nach oben verschoben, wodurch das Schmieröl durch den Öleinlaß 18 in den hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 gelangt und sich von dort, wie zuvor beschrieben, auf die beiden Teilströme verteilt.

Das untere Lager 51 des Rotors 2 ist hier ein Gleitlager mit einer zum Rotor 2 gehörenden Lagerbuchse 21, die auf einer entsprechend bearbeiteten Außenumfangsfläche des unteren Teils der Achse 5 sitzt.

Das obere Lager 52 ist hier ein Wälzlager, genauer ein Rillenkugellager, das zwischen dem oberen Ende der Achse 5 und dem oberen Ende des zum Antriebsteil 3 gehörenden Rohrkörpers 30 angeordnet ist.

Unterhalb des oberen Lagers 52 befindet sich ein Abschirmring 55, wobei dieser in der linken Hälfte von Figur 22 in einer ersten Ausführung und in der rechten

Hälfte von Figur 22 in einer zweiten Ausführung dargestellt ist.

In der linken Hälfte von Figur 22 ist der Abschirmring 55 an die Achse 5 angebunden, vorzugsweise im Schiebsitz aufgesteckt. Radial außen liegt zwischen dem Abschirmring 55 und dem Innenumfang des oberen Endes des Rohrkörpers 30 ein Spalt vor, durch den eine kleine Ölmenge hindurchtreten kann, um das Lager 52 ausreichend, aber nicht in zu großem Maße, mit Schmieröl zu versorgen.

In der rechten Hälfte von Figur 22 ist der Abschirmring 54 an den Innenumfang des oberen Endes des Rohrkörpers 30 angebunden, beispielsweise auch hier im Schiebesitz eingepreßt. Bei dieser Ausführung ist radial innen zwischen dem Abschirmring 55 und dem oberen Ende der Achse 5 ein Spalt freigehalten, der zum Durchlaß einer kleineren Ölmenge zur Schmierung des Lagers 52 dient. In dem Eckbereich zwischen der Unterseite des Abschirmrings 55 und dem Innenumfang des Rohrkörpers 30 können sich Schmutzpartikel, die durch die Fliehkraft nach außen bewegt werden, absetzen, ohne daß hier die Gefahr besteht, daß die Schmutzpartikel schädigend in das Lager 52 gelangen können.

Das durch den Einlaß 44 in den oberen Bereich des Schmutzfangteil 4 gelangte Schmieröl durchströmt das Innere des Schmutzfangteils 4 von oben nach unten, wobei sich infolge einer Rotation des Rotors 2 Schmutzpartikel durch Fliehkraft radial außen im Inneren des Schmutzfangteils 4, nämlich in dessen Schmutzsammelbereich 4', absetzen. Das gereinigte Schmieröl verläßt den Schmutzfangteil 4 radial innen und unten durch einen Ölauslaß 47, von wo aus das Schmieröl in einen drucklosen Bereich 13 im Inneren des Gehäuses 10 gelangt. Von dort kann das

Schmieröl beispielsweise in die Ölwanne einer zugehörigen Brennkraftmaschine zurückfließen.

Um den Ölstrom, der aus dem Ölauslaß 47 austritt, zu verlangsamen und zu gleichmäßigen, sind an der Unterseite des Antriebsteils 3 und an der Oberseite des Gehäuseteils 10' in Umfangsrichtung verlaufende, unterbrochene Umlenkrippen 17 vorgesehen.

Der aus den Düsen 34 austretende Schmierölstrom gelangt radial außen von den Umlenkrippen 17 ebenfalls in den drucklosen Bereich 13 und von dort zurück zur Ölwanne der zugehörigen Brennkraftmaschine.

Figur 23 zeigt einen Ausschnitt der Zentrifuge 1 gemäß der Figur 22 mit einem abgewandelten Mindestdruckventil 7. Bei dieser Ausführung ist der hohle Abschnitt 53 der Achse 5 in Axialrichtung kürzer ausgeführt und die den Ventilkörper 70 in Schließrichtung vorbelastende Feder 76 ist um einen im hohlen Abschnitt 53 liegenden Schaft 72 des Ventilkörpers 70 herum angeordnet. Hierdurch wird eine axial kompakte Bauweise erzielt.

Der Dichtkopf 71 des Ventilkörpers 70 liegt auch hier mit dem Öleinlaß 18 zusammen in dem unter dem Rotor 2 liegenden Gehäuseteil 10'. Im Bereich des Öleinlasses 18 ist ein Ventilsitz 75 ausgebildet, an den der Dichtkopf 71 dichtend anlegbar ist. Von dem Dichtkopf 71 erstreckt sich der Schaft 72 des Ventilkörpers 70 nach oben. Um den Schaft 72 herum ist die Ventilsfeder 76 angeordnet, deren oberes Ende sich an einer Stufe im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 abstützt und deren unteres Ende sich am Dichtkopf 71 abstützt.

In Höhe des oberen Teils des Schafts 72 ist auf der Achse 5 das untere Lager 51 mit der Lagerbuchse 21 angeordnet. Durch den unteren Bereich der Achse 5 verläuft von deren hohlem Abschnitt 53 ausgehend eine radiale Durchbrechung 54 nach außen. Eine weitere radiale Durchbrechung 54'' durchsetzt die Lagerbuchse 21. Hierdurch wird ein Strömungsweg für das Schmieröl bei geöffnetem Mindestdruckventil 7 vom Öleinlaß 18 durch den hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 in die Zweigkanäle 33 zu den Düsen 34 gebildet, über den der erste Schmierölteilstrom für den Antriebsteil 3 geführt wird.

Der zweite Schmierölteilstrom zum Schmutzfangteil 4 fließt hier vom Öleinlaß 18 kommend durch den hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 und durch eine Drosselstelle 37 in den Ringkanal 30' und durch diesen nach oben zu dem in Figur 23 nicht mehr sichtbaren Einlaß 44 des Schmutzfangteils 4.

Hinsichtlich der weiteren in Figur 23 sichtbaren Einzelteile und Bezugsziffern wird auf die Beschreibung der Figur 22 verwiesen.

Figur 24 zeigt ebenfalls im Längsschnitt eine weitere Ausführung der Zentrifuge, wobei hier wesentlich ist, daß ein kombiniertes Mindestdruckventil 7 und Überdruckabsteuerventil 7' eingebaut ist.

Unten in Figur 24 ist der zentrale Bereich des Gehäuseteils 10' erkennbar, in dessen Zentrum der Öleinlaß 18 liegt. Der Öleinlaß 18 hat hier die Form eines nach oben weisenden Stutzens, dessen Oberseite als Ventilsitz 75 ausgebildet ist, mit dem der Ventilkörper 70 des Mindestdruckventils 7 zusammenwirkt.

Der Ventilkörper 70 besitzt in seinem Zentrum einen Öldurchlaß 74, dessen Oberseite als zweiter Ventilsitz 75' ausgebildet ist. Mit diesem zweiten Ventilsitz 75' wirkt ein zweiter Ventilkörper 70' als Teil des Überdruckabsteuerventils 7' zusammen. In Figur 24 sind dabei beide Ventile 7 und 7' geschlossen. Die Schließstellung beider Ventile 7 und 7' wird durch eine gemeinsame Ventilsfeder 76 bewirkt, die sich an dem zweiten Ventilkörper 70' und an einer Stufe im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 abstützt.

Figur 25 der Zeichnung zeigt die Kombination aus Mindestdruckventil 7 und Überdruckabsteuerventil 7' aus Figur 24 in einem geöffneten Zustand des Mindestdruckventils 7 und weiterhin geschlossenem Zustand des Überdruckabsteuerventils 7'. Die beiden Ventilkörper 70 und 70' sind hier durch den ansteigenden Öldruck am Öleinlaß 18 gemeinsam gegen die Kraft der Feder 76 nach oben verschoben, bis der Ventil 70 an einem Anschlag im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 zur Anlage kommt, wie in Figur 4 erkennbar. In dieser Stellung kann das Schmieröl vom Öleinlaß 18 am Ventilkörper 70 vorbei radial nach außen durch die radialen Kanäle 54, 54'' zum einen Teil in die Zweigkanäle 33 und zum anderen Teil in den Ringkanal 30' fließen. Ein Lagerspalt zwischen der Lagerbuchse 21 und der Achse 5 bildet dabei eine Drosselstelle 37 für den Schmierölteilstrom, der in den Ringkanal 30' und zum Schmutzfangteil 4 fließt.

In Figur 26 ist nach einem weiteren Druckanstieg des Schmieröls am Öleinlaß 18 nun auch das Überdruckabsteuerventil 7' geöffnet. Dabei ist durch den weiter angestiegenen Öldruck nur der zweite Ventilkörper 70' gegen die Kraft der Feder 76 noch weiter nach oben verschoben, wodurch der zweite Ventilkörper 70' von seinem zugehörigen

Ventilsitz 75' am ersten Ventilkörper 70 abgehoben ist. Hierdurch wird ein Strömungsweg durch den Öldurchlaß 74 in einen durch den oberen Teil der Achse 5 verlaufenden Entlastungskanal 13' freigegeben, durch den Öl in einen drucklosen Bereich der Zentrifuge 1 abgeführt wird.

Figur 27 zeigt eine abgewandelte Ausführung der Kombination aus Mindestdruckventil 7 und Überdruckabsteuerventil 7'. Der Unterschied besteht darin, daß bei der Ausführung gemäß Figur 27 zwei getrennte Ventilsfedern 76 und 76' vorgesehen sind. Die erste Ventilsfeder 76 belastet hier nur den ersten Ventilkörper 70 des Mindestdruckventils 7. Die zweite Ventilsfeder 76' belastet hier nur den zweiten Ventilkörper 70' des Überdruckabsteuerventils 7'. Damit können die Kräfte, mit denen die beiden Ventilkörper 70 und 70' in Schließrichtung vorbelastet werden, individuell festgelegt werden. Im übrigen entspricht die Ausführung gemäß Figur 27 der zuvor beschriebenen Ausführung gemäß den Figuren 24 bis 26.

Figur 28 zeigt im Längsschnitt einen Ausschnitt aus einer Zentrifuge mit einem geänderten Mindestdruckventil 7. Auch hier ist das Mindestdruckventil 7 in der Achse 5 untergebracht. Die Achse 5 ist an ihrem unteren Ende 50 mit einem Gewinde ausgebildet, das in eine entsprechende Gewindebohrung im Zentrum des Gehäuseteils 10' eingeschraubt ist. Auf dem Außenumfang der Achse 5 sitzt über deren unterem Gewindeende 50 eine Lagerbuchse 21 als Teil eines unteren Gleitlagers 51. Außen auf der Lagerbuchse 21 sitzt das untere Ende des Rohrkörpers 30 des Antriebs- teils 3.

Ein unterer hohler Abschnitt 53.1 der Achse 5 bildet den Öleinlaß 18. Von unten her ist außerdem in den Abschnitt 53.1 ein hülsenförmiger Metallkörper eingesetzt, der ei-

nen Ventilsitz 75 für einen Ventilkörper 70 des Mindestdruckventils 7 bildet.

Der Ventilkörper 70 ist oberhalb des Ventilsitzes 75 angeordnet und in dem hohlen Abschnitt 53.1 der Achse 5 axial verschieblich geführt. Mittels der Feder 76 ist der Ventilkörper 70 in Schließrichtung vorbelastet.

In Figur 28 ist das Mindestdruckventil 7 in seiner Öffnungsstellung gezeigt, in der der Ventilkörper 70 durch den Druck des am Öleinlaß 18 anstehenden Schmieröls gegen die Kraft der Feder 76 nach oben verschoben ist. In dieser Stellung ist der Ventilkörper 70 von seinem Ventilsitz 75 abgehoben und gibt einen radialen Kanal 54 frei, der vom hohlen Abschnitt 53.1 der Achse 5 zu den Zweigkanälen 33 für die Rückstoßdüsen 34 führt. Über diesen Strömungsweg fließt ein erster, größerer Schmierölteilstrom dem Antriebsteil 3, genauer dessen Rückstoßdüsen 34, zu.

Ein zweiter Schmierölteilstrom fließt nach oben in einen zweiten hohlen Abschnitt 53.2 in der Achse 5 und über diesen Strömungsweg zum hier nicht dargestellten Schmutzfangteil 4. Ein Abschnitt dieses Strömungsweges führt dabei durch den Ventilkörper 70 hindurch, der hierzu in seinem oberen, überwiegenden Teil seiner axialen Länge mit einem zentralen Öldurchlaß 74 in Form einer Längsbohrung versehen ist. Nahe dem unteren Stirnende des Ventilkörpers 70 geht der zentrale Öldurchlaß 74 in zwei radiale Bohrungen über, die am Außenumfang des Ventilkörpers 70 ausmünden. Zwischen dem Außenumfang des Ventilkörpers 70 und dem Innenumfang des hohlen Abschnitts 53.1 wird auf diese Weise eine Drosselstelle 37 gebildet, die für einen definierten Durchsatz an Schmieröl in Richtung zum

oberen hohlen Abschnitt 53.2 und zum Schmutzfangteil 4 der Zentrifuge 1 sorgt.

Bei fehlendem Schmieröldruck am Einlaß 18 drückt die Feder 76 den Ventilkörper 70 in seine Schließstellung, in der er am Ventilsitz 75 dichtend anliegt. In dieser Stellung sind beide Strömungswege für den ersten Schmierölteilstrom zum Antriebsteil 3 und für den zweiten Schmierölteilstrom zum Schmutzfangteil 4 dicht verschlossen.

Figur 29 zeigt eine Abwandlung des Mindestdruckventils 7 aus Figur 28, wobei der Unterschied darin besteht, daß bei dem Mindestdruckventil 7 nach Figur 29 dessen Ventilkörper 70 keinen Öldurchlaß aufweist. Vielmehr ist hier vorgesehen, daß zwischen dem Außenumfang des Ventilkörpers 70 und dem Innenumfang des hohlen Abschnitts 53.1 ein definierter Ringspalt vorhanden ist, der eine Drosselstelle 37 für den zum Schmutzfangteil 4 geführten Schmierölsteinstrom bildet und für einen definierten Öldurchfluß und damit eine gewünschte Aufteilung des zuströmenden Schmieröls in die zwei Schmierölteilströme zum Antriebsteil 3 und zum auch hier nicht dargestellten Schmutzfangteil 4 sorgt. In seinen übrigen Einzelheiten und Funktionen entspricht die Ausführung gemäß Figur 29 der Ausführung gemäß Figur 28.

Figur 30 zeigt im Längsschnitt den unteren Teil einer Zentrifuge. Ganz unten in Figur 30 ist der Gehäuseteil 10' mit seiner zentralen Achsaufnahme 12 für die Achse 5 erkennbar, die mit ihrem unteren Gewindeende 50 in die Achsaufnahme 12 eingeschraubt ist. Auf der Achse 5 ist auch wieder der Rotor 2 mittels zweier Lager drehbar gelagert, wobei in Figur 30 nur das untere Lager 51, das als Gleitlager ausgeführt ist, sichtbar ist.

Links und rechts im oberen Teil der Figur 30 ist der untere Bereich des Schmutzfangteils 4 des Rotors 2 erkennbar. Die Besonderheit ist hier, daß der Boden 42 des Schmutzfangteils 4 mit Durchbrechungen 42.2 ausgeführt ist. Die Durchbrechungen 42.2 sind hier in Form von Bohrungen ausgeführt, die als Kränze auf drei verschiedenen Radien konzentrisch zueinander über den Umfang des Bodens 42 verteilt liegen.

Unterhalb des Bodens 42 liegt mit axialem Abstand eine Abschirmscheibe 32.1, die ein Teil des Antriebsteils 3 des Rotors 2 ist. Der Zwischenraum zwischen dem Boden 42 und der Scheibe 32.1 bildet einen Ölauslaß 47 für das gereinigte Öl.

Weiter umfaßt der Antriebsteil 3 die beiden Zweigkanäle 33, die jeweils zu einer Antriebsdüse 34 für den Antrieb des Rotors 2 führen. Von der Abschirmscheibe 32.1 erstreckt sich zentral der Rohrkörper 30 des Antriebsteils 3 nach oben. Zwischen dem Antriebsteil 3 und der Achse 5 ist das Gleitlager 51 angeordnet.

Das untere Ende der Achse 5 bildet den Öleinlaß 18, an den sich nach oben hin der hohle Abschnitt 53 der Achse 5 anschließt. In Höhe der Zweigkanäle 33 verbindet ein die Wandung der Achse 5 durchsetzender radialer Kanal 54 den Öleinlaß 18 mit den Zweigkanälen 33. Der zum Schmutzfangteil 4 fließende Schmierölteilstrom strömt durch den hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 weiter nach oben und gelangt dort in den Schmutzfangteil 4.

Solange sich im Schmutzfangteil 4 noch keine oder nur eine relativ geringe Menge an Schmutzpartikeln radial außen am Innenumfang der Umfangswand 40 abgesetzt haben, strömt das gereinigte Schmieröl aus dem Inneren des Schmutzfang-

teils 4 durch den radial äußersten Kranz von Durchbrechungen 42.2 nach unten in den Ölauslaß 47 des Schmutzfangteils 4 ab. Der radial innen vom äußersten Kranz von Durchbrechungen 42.2 liegende Teil des Schmutzfangteils 4 füllt sich deshalb nicht mit Öl, wodurch das Gewicht des Schmutzfangteils 4 einschließlich des darin befindlichen Öls relativ klein bleibt. Dies sorgt für eine rasche Beschleunigung des Rotors 2 beim Anlaufen und für eine hohe Drehzahl bei vorgegebener Antriebsleistung.

Wenn der sich am Innenumfang der Umfangswand 40 ablagernde Schmutzpartikelkuchen so dick wird, daß er den äußersten Kranz von Durchbrechungen 42.2 überdeckt, fließt das gereinigte Schmieröl durch den radial nach innen nächstfolgenden Kranz von Durchbrechungen 42.2 ab. Auf diese Weise wird auch bei zunehmend dicker werdendem Schmutzpartikelkuchen die im Schmutzfangteil 4 befindliche Ölmenge begrenzt.

In der linken Hälfte von Figur 30 ist innerhalb des Schmutzfangteils 4 noch eine von mehreren Leit- und Trennwänden 48 erkennbar, die jeweils in radialer Richtung verlaufen und die zum einen für eine Mitnahme des Schmieröls bei Beschleunigung des Rotors 2 sorgen und die zum anderen eine Aussteifung des Schmutzfangteils 4 bewirken, so daß dieser auch aus Kunststoff gefertigt werden kann.

In der rechten Hälfte von Figur 30 ist auf der Oberseite des Bodens 42 zusätzlich eine Materiallage 42.3 angeordnet, die öldurchlässig ist, aber für Schmutzpartikel weitgehend undurchlässig ist. Diese Lage 42.3 besteht beispielsweise aus einem Vlies oder einem Gewebe.

Unterhalb des Bodens 42 liegen in Radialrichtung verlaufende, den Boden 42 unterseitig abstützende Rippen 32.4, die Teil des Antriebsteils 3 sind.

Figur 31a zeigt einen Schnitt durch die Zentrifuge aus Figur 30 gemäß der Schnittlinie A-A in Figur 30. Radial ganz außen liegt die Umfangswand 40 des Schmutzfangteils 4. Radial innen davon ist in Draufsicht der Boden 42 mit seinen drei Kränzen von Durchbrechungen 42.2 erkennbar. Die Leit- und Trennwände 48 sind in Figur 31a nicht dargestellt.

Im Zentrum von Figur 31a ist die Achse 5 mit dem hohlen Inneren 53 erkennbar. Radial außen davon liegt konzentrisch der Rohrkörper 30 des Antriebsteils 3. Der Rohrkörper 30 schließt mit der Achse 5 den Ringkanal 30' ein.

Figur 31b zeigt die Zentrifuge aus Figur 30 in einem Querschnitt gemäß der Linie B-B in Figur 30. Hier fällt der Blick auf die Oberseite der Abschirmscheibe 32.1 mit den hier insgesamt vier in Radialrichtung verlaufenden Tragrippen 32.4. Unterhalb der Abschirmscheibe 32.1 liegen verdeckt die Zweigkanäle 33 mit ihrer zugehörigen jeweiligen Rückstoßdüse 34. Im Zentrum von Figur 31b sind der Rohrkörper 30 und die Achse 5 geschnitten. Der Bereich zwischen der Oberseite der Abschirmscheibe 32.1 und den Tragrippen 32.4 bildet den Auslaß 47 für das aus dem Schmutzfangteil 4 austretende gereinigte Schmieröl.

Figur 32 zeigt eine Ausführung der Zentrifuge 1, für die charakteristisch ist, daß sie Mittel aufweist, mit denen der gereinigte Schmierölstrom und der aus den Rückstoßdüsen 34 austretenden Schmierölstrom voneinander getrennt und vom Außenumfang des Rotors 2 ferngehalten werden. Hierzu sind auf der Oberseite des Gehäuseteils 10' mit

axialen Abstand von diesem und voneinander zwei Abschirmscheiben 17' und 17'' angebracht. Eine unteren Abschirmscheibe 17' verläuft mit geringem axialen Abstand von der Oberseite des Gehäuseteils 10' und radial innen bis nahe an den Auslaß 47 für das gereinigt aus dem Schmutzfangteil 4 austretende Schmieröl. Dieses durch den Auslaß 47 austretende Schmieröl fließt durch den Spaltraum zwischen der Oberseite des Gehäuseteils 10' und der Unterseite der unteren Abschirmscheibe 17' in den drucklosen Zentrifugenbereich 13.

Der aus den Rückstoßdüsen 34 austretende Schmierölstrom gelangt in einen Spaltraum zwischen der Oberseite der unteren Abschirmseite 17' und der Unterseite einer oberen Abschirmscheibe 17'' und fließt durch diesen hindurch ebenfalls in den drucklosen Bereich 13. Auf diese Weise wird erreicht, daß sich die Schmierölteilströme aus dem Auslaß 47 und den Rückstoßdüsen 34 nicht gegenseitig störend beeinflussen. Außerdem wird dafür gesorgt, daß kein austretendes Schmieröl in nennenswerten Maße an den Außenumfang des Rotors 2, genauer von dessen Schmutzfangteil 4, gelangt, wodurch eine unerwünschte Bremsung des Rotors 2 durch an dessen Außenseite gelangendes Schmieröl vermieden wird.

Rechts in Figur 32 ist noch im zentralen Bereich der Zentrifuge 1 ein Mindestdruckventil 7 über dem Öleinlaß 18 erkennbar, das der Ausführung gemäß Figur 29 entspricht.

Figur 33 zeigt einen Ausschnitt aus einer Zentrifuge, bei der charakteristisch ist, daß die Achse 5 für die Lagerung des Rotors 2 hier einstückig mit dem Gehäuseteil 10' ausgebildet ist. Das einstückige Bauteil aus Achse 5 und Gehäuseteil 10' besteht dabei aus Gewichtsgründen vorzugsweise aus einem Leichtmetall. Da Leichtmetalle, wie

Aluminium oder Magnesium, ungünstige Eigenschaften im Hinblick auf eine Gleitpaarung in einem Gleitlager aufweisen, ist hier gemäß Figur 33 weiter vorgesehen, daß auf den Außenumfang des unteren Teils der Achse 5 eine Lagerhülse 51' aufgesetzt, vorzugsweise stramm aufgepreßt ist. Um einen exakt runden Außenumfang dieser Lagerhülse 51' zu gewährleisten, ist zweckmäßig deren Außenumfang nach dem Aufpressen der Lagerhülse 51' auf die Achse 5 durch Schleifen auf eine exakt zylindrische Außenumfangsform bearbeitet.

Auf dem Außenumfang der Lagerhülse 51' sitzt die Lagerbuchse 21 als Teil des Rotors 2, hier von dessen Antriebsteil 3.

Ein in einem hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 angeordnetes Mindestdruckventil 7 entspricht der schon anhand von Figur 29 erläuterten Ausführung. Hinsichtlich der weiteren Teile und Bezugsziffern in Figur 33 wird auf die vorhergehenden Figurenbeschreibungen verwiesen.

Figur 34 zeigt im Längsschnitt einen Ausschnitt aus dem zentralen oberen Bereich einer Zentrifuge. Ganz oben in Figur 34 ist der zentrale Bereich des Deckels 14 erkennbar. Darunter ist ein Teil des Rotors 2 erkennbar, hier ein zentraler Ausschnitt der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4. Im Zentrum der Figur 34 verläuft vertikal die Achse 5, die mit einem hohlen Inneren 53 ausgeführt ist. Die Achse 5 ist mit Abstand von dem Rohrkörper 30 umgeben, der Teil des hier nicht weiter sichtbaren Antriebsteils 3 des Rotors 2 ist.

Das dem Schmutzfangteil 4 als Teilstrom zuzuführende Schmieröl strömt von unten her durch das hohle Innere 53 der Achse 5 nach oben und tritt aus dieser durch eine ra-

biale Bohrung oberhalb des Wälzlagers 52 in den oberen Endbereich des Ringkanals 30' über. Von dort führen zwei Öleinlässe 44 in das Innere des Schmutzfangteils 4.

Radial außen von den Öleinlässen 44 ist auf den oberen Endbereich des Rohrkörpers 30 ein Kragen 39 aufgesetzt, hier aufgepreßt, der axial unten und radial außen geschlossen und axial oben offen ist. Dieser Kragen 39 bildet mit dem Außenumfang des oberen Endbereichs des Rohrkörpers 30 einen Ringspalt, der dafür sorgt, daß das durch die Einlässe 44 zuströmende Schmieröl gleichmäßig in Umfangsrichtung des Schmutzfangteils 4 verteilt wird und möglichst weit oben unmittelbar unterhalb der oberen Wand 41 in den Schmutzfangteil 4 eintritt.

Oberhalb des Rotors 2 ist hier noch ein zusätzliches Wälzlager 15' vorgesehen, das zentriert im Deckel 14 festgelegt ist. Auf der Oberseite der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4 ist eine ringförmige Anlauffläche 45 ausgebildet, beispielsweise in Form eines aufgeklebten Ringes. Mittels dieser Anlauffläche 45 können bei Rotation des Rotors 2 in dessen Betrieb auftretende axiale Kräfte an das Wälzlager 15' abgeleitet werden, wodurch ein reibungsarmer Betrieb auch bei Auftreten von axialen resultierenden Kräften gewährleistet bleibt. Für die drehbare Lagerung des Rotors 2 an sich wird dieses zusätzliche Lager 15' nicht benötigt.

Figur 35 zeigt eine Ausführung der Zentrifuge 1, für die charakteristisch ist, daß hier keine gehäusefeste Achse für die Lagerung des Rotors 2 vorgesehen ist, sondern daß der Rotor 2 selbst eine Welle enthält, mittels der er im Gehäuse 10 und am Deckel 14 der Zentrifuge 1 drehbar gelagert ist.

Der Rotor 2 der Zentrifuge besitzt auch hier wieder einen Antriebsteil 3 und einen damit lösbar verbundenen, in Axialrichtung nach oben abziehbaren Schmutzfangteil 4. Der Antriebsteil 3 umfaßt einen zentralen Rohrkörper 30, von dem aus im unteren Bereich zwei Arme mit je einem Zweigkanal 33 zu je einer zugehörigen Rückstoßdüse 34 ausgehen. Im Inneren des Rohrkörpers 30 ist ein Kanal 30' ausgebildet.

In den unteren Endbereich des Rohrkörpers 30 ist ein Lagerteil 51.2 eingesetzt, beispielsweise eingepreßt, das aus einem Material besteht, das zusammen mit einer in den Gehäuseteil 10 eingesetzten Lagerbuchse 51.1 eine gute Gleitpaarung bietet. Beispielsweise besteht der Lagerteil 51.2 aus Stahl und die Lagerbuchse 51.1 aus Bronze. Der übrige Antriebsteil 3 besteht bevorzugt aus einem Leichtmetall, wie Aluminium oder Magnesium.

Am oberen Ende des Rohrkörpers 30 ist ein Einsatzstück in diesen eingesetzt, vorzugsweise eingepreßt, das einen nach oben über den Rotor 2 vorragenden Achsstummel 5'' bildet. Mittels eines oberen Wälzlagers 52 ist der Rotor 2 oben zentriert im Deckel 14 mit Hilfe des Wälzlagers 52 gelagert.

Im Kanal 30' ist in dessen unterem Bereich oberhalb des Lagerteils 51.2 ein Mindestdruckventil 7 untergebracht, das wieder der Ausführung gemäß Figur 29 entspricht. Wenn das Mindestdruckventil 7 durch eine am Öleinlaß 18 im hohlen Lagerteil 51.2 anstehenden Öldruck nach oben verschoben ist, wird das zuströmenden Schmieröl in die zwei Teilströme einerseits in die Zweigkanäle 33 zu den Düsen 34 und andererseits durch den Kanal 30' über den Einlaß 44 in den Schmutzfangteil 4 aufgeteilt.

Das im Schmutzfangteil 4 gereinigte Schmieröl verläßt diesen durch den radial innen und unten vorgesehenen Ölauslaß 47 und gelangt zusammen mit dem aus dem Rückstoßdüsen 34 austretenden Ölstrom in den drucklosen Bereich 13.

Im Betrieb der Zentrifuge 1 sorgt der anstehende Schmieröldruck dafür, daß der Rotor 2 in Axialrichtung nach oben bewegt wird, bis eine weitere axiale Verschiebung durch Anschlag an dem oberen Wälzlager 52 nicht mehr möglich ist. In dieser Position, wie sie in Figur 35 darstellt ist, gibt es im unten vorgesehenen Gleitlager 51 keine in Axialrichtung aneinander anliegenden Flächen, wodurch ein leichtgängiger Lauf des Gleitlagers 51 gewährleistet ist.

Figur 36 zeigt wieder im Längsschnitt eine Abwandlung der Zentrifuge 1 aus Figur 35, wobei im Unterschied zur Figur 35 in der Figur 36 die Lagerung des Rotors 2 mittels zweier Lager 51 und 52 erfolgt, die beide im unteren Teil des Antriebsteils 3 angeordnet sind.

Der Rotor 2 umfaßt auch hier wieder den Antriebsteil 3 und den Schmutzfangteil 4, die bei abgeschraubtem Deckel 14 voneinander trennbar sind.

Der Antriebsteil 3 umfaßt auch hier wieder einen zentralen Rohrkörper 30 mit einem in seinem Inneren ausgebildeten Kanal 30' sowie zwei seitlich vorragende Arme, die die zwei Kanäle 33 zu den Rückstoßdüsen 34 enthalten.

In das untere Ende des Rohrkörpers 30 ist auch hier wieder ein Lagerteil 51.2 von unten her eingesetzt, beispielsweise eingepreßt. Dieses Lagerteil 51.2 sitzt in einer Lagerbuchse 51.1, die ihrerseits in die zentrale Lageraufnahme 12 im Gehäuseteil 10' eingesetzt ist.

Mit geringem axialem Abstand oberhalb dieses durch die Lagerbuchse 51.1 und den Lagerteil 51.2 gebildeten Gleitlagers 51 ist als zweites Lager das Wälzlager 52 angeordnet. Dieses Wälzlager 52 sitzt mit seinem Außenumfang ebenfalls in der zentralen Lageraufnahme 12 im Gehäuseteil 10' und mit seinem Innenumfang auf dem Außenumfang des Lagerteils 51.2. Mit dieser Anordnung der beiden Lager 51 und 52 und mit der Erstreckung des Antriebsteils 3 durch den Schmutzfangteil 4 hindurch nach oben wird der Rotor leicht drehbar gelagert sowie gleichzeitig ausreichend gegen Kippmomente gesichert.

Am oberen Ende des Rotors 2 ist dessen Rohrkörper 30 verschlossen. Eine weitere Lagerung gibt es im oberen Teil des Rotors 2 nicht.

Ein im Inneren des Rohrkörpers 30 angeordnetes Mindestdruckventil 7 entspricht der zuvor anhand von Figur 29 beschriebenen Ausführung.

Figur 37 zeigt im Querschnitt eine Ausführung einer Zentrifuge, bei der für die Lagerung des Rotors 2 wieder eine zentrale Achse 5 vorgesehen ist, um die herum konzentrisch der Rohrkörper 30 des Antriebsteils 3 verläuft. Dabei liegt der in Figur 37 dargestellte Querschnitt in einem oberen zentralen Bereich des Rotors 2 in Höhe der Einlässe 44 für das Schmieröl in das Innere des Schmutzfangteils 4.

Im Zentrum von Figur 37 liegt die zentrale Achse 5, die entweder mit dem Gehäuseteil 10' verbunden oder einstückig ist, wie zuvor schon erläutert wurde. Radial außen von der Achse 5 liegt der Ringkanal 30', der seinerseits

radial nach außen durch den zentralen Rohrkörper 30 als Teil des Antriebsteils 3 des Rotors 2 begrenzt ist.

Charakteristisch ist für die in Figur 37 dargestellte Ausführung, daß vom Innenumfang des Rohrkörpers 30 parallel zueinander und in Längsrichtung des Rohrkörpers 30 verlaufende, angeformt Rippen 39' vorragen. Diese Rippen 39' sorgen dafür, daß bei Drehung des Rotors 2 und damit auch bei Drehung des Rohrkörpers 30 das durch den Ringkanal 30' in Richtung zu den Einlässen 44 strömende Schmieröl wirksam in Rotation versetzt wird, wodurch der Übertritt des Schmieröls aus dem Ringkanal 30' in die Einlässe 44 erleichtert und gleichmäßig wird.

Radial außen vom Rohrkörper 30 sind in Umfallsrichtung verteilt angeordnete Leit- und Trennwände 48 erkennbar, die mit ihrem radial inneren Ende im Abstand vom Rohrkörper 30 liegen.

Schließlich sind in Figur 37 noch zwei einander gegenüberliegende Drehmomentübertragungsmittel 6 erkennbar, die zur Übertragung eines Drehmoments vom Antriebsteil 3 auf den Schmutzfangteil 4 dienen und die so ausgestaltet sind, daß der Eingriff der Drehmomentübertragungsmittel 6 durch axiales Aufstecken des Schmutzfangteils 4 auf den Antriebsteil hergestellt und durch axiales Abziehen des Schmutzfangteils 4 vom Antriebsteil 3 gelöst werden kann. Im Hintergrund der Figur 37 ist schließlich noch der Boden 42 des Schmutzfangteils 4 erkennbar.

Figur 38a zeigt in einem Längsschnitt einen Ausschnitt aus einer Zentrifuge mit einem geänderten Mindestdruckventil 7. In ihren übrigen Teilen entspricht die Zentrifuge gemäß Figur 38a der anhand von Figur 30 erläuterten Ausführung.

Der Rotor 2 ist hier wieder mittels eines Gleitlagers 51 in seinem unteren Teil auf einer gehäusefesten Achse 5 gelagert. Die Achse 5 ist hier mit ihrem unteren Gewindeende 50 in die zentrale Achsaufnahme 12 im Gehäuseteil 10' unter dem Rotor 2 eingeschraubt.

Auf dem Außenumfang des unteren Bereiches der Achse 5 oberhalb des Gewindeendes 50 sitzt die Lagerbuchse 21, die von unten her in den zentralen Rohrkörper 30 des Antriebssteils 3 eingesetzt ist. Die Oberseite der Lagerbuchse 21 bildet dabei einen Ventilsitz 75 für einen Ventilkörper 70 des Mindestruckventils 7. Der Ventilkörper 70 ist hohl ausgebildet und auf der Achse 5 axial verschieblich geführt. Mittels einer oberhalb des Ventilkörpers 70 angeordneten Ventilsfeder 76 ist der Ventilkörper 70 in Schließrichtung vorbelastet.

Solange am zentralen Öleinlaß 18 am unteren Ende der Achse 5 mit dem dort vorgesehenen hohlen Abschnitt 53 kein ausreichender Öldruck ansteht, nimmt das Mindestruckventil 7 seine in Figur 38a gezeigte Schließstellung ein. In dieser Position liegt der Ventilkörper 70 dichtend an dem Ventilsitz 75 an. Gleichzeitig liegt nun der Ventilkörper 70 radial innen auf einem Abschnitt 5.1 der Achse 5 mit einem größeren Außendurchmesser. In dieser Position ist der Ventilkörper 70 auch an seinem Innenumfang mittels eines dort vorgesehenen Dichtrings 77 gegen den Abschnitt 5.1 der Achse 5 abgedichtet. Damit ist ein Durchfluß von Schmieröl aus dem Öleinlaß 18 weder in die zwei Kanäle 33 noch in den Ringkanal 30' möglich.

Steigt der Öldruck am Öleinlaß 18 über einen Mindestdruck an, verschiebt der Öldruck den Dichtkörper 70 gegen die Kraft der Feder 76 in seine Öffnungsstellung, wie sie in

Figur 38b dargestellt ist. Der Ventilkörper 70 befindet sich nun in Höhe eines Abschnitts 5.2 der Achse 5, der einen geringeren Außendurchmesser hat, wodurch ein Ringspalt zwischen dem Außenumfang des Abschnitts 5.2 der Achse 5 und dem Innenumfang des hohlen Ventilkörpers 70 gebildet ist.

In der gemäß Figur 38b angehobenen Stellung des Ventilkörpers 70 kann das Schmieröl vom Einlaß 18 kommend durch den hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 nach oben strömen und wird dann in zwei Schmierölteilströme aufgeteilt. Der erste Schmierölteilstrom fließt zunächst radial nach außen, dann nach unten und dann wieder radial nach außen in die Zweigkanäle 33, die zu den hier nicht sichtbaren Rückstoßdüsen 34 führen. Der zweite Schmierölteilstrom fließt axial nach oben durch das hohle Innere des Ventilkörpers 70 hindurch in den Ringkanal 30' und von dort in den Schmutzfangteil 4.

Figur 39 zeigt eine Abwandlung der Zentrifuge aus Figur 38a und 38b mit einer geänderten Ausführung des Mindestdruckventils 7. Auch bei der Ausführung gemäß Figur 39 ist die zentrale Achse 5 mit ihrem unteren Gewindeende 50 in die Achsaufnahme 12 im Zentrum des Gehäuseteils 10' eingeschraubt. Auf dem unteren Teil der Achse 5 oberhalb des Gewindeendes 50 sitzt auch hier die Lagerbuchse 21 für die drehbare Lagerung des Rotors 2 mittels des unteren Gleitlagers 51. Außen auf der Lagerbuchse 21 sitzt der untere Endbereich des Rohrkörpers 30 des Antriebsteils 3. Zwischen dem Außenumfang des unteren Bereichs der Achse 5 und dem Innenumfang der Lagerbuchse 21 liegt ein Lagerspalt 56 des Gleitlagers 51.

In der in Figur 39 dargestellten Ausführung bilden die obere Stirnseite der Lagerbuchse 21 und ein sich radial

nach innen hin daran anschließender, nach oben weisender Bereich einer Stufe 57 in der Achse 5 gemeinsam einen Ventilsitz 75 für den Ventilkörper 70 des Mindestdruckventils 7. Zur Vorbelastung in Schließrichtung wird auch hier der Ventilkörper 70 durch eine darüber angeordnete Ventilsfeder 76 beaufschlagt. Die Ausführung der Achse 5 mit dem unteren Abschnitt 5.1 größeren Außendurchmessers und dem darüber folgenden Abschnitt 5.2 kleineren Außendurchmesser stimmt mit der Ausführung gemäß Figur 38 überein.

In der in Figur 39 gezeigten Schließstellung des Mindestdruckventils 7 liegt der Ventilkörper 70 dichtend an dem Ventilsitz 75 an. Hierdurch wird eine Schmierölströmung vom Einlaß 18 in die zwei Kanäle 33 und in den Ringkanal 30' unterbunden. Im Unterschied zur Ausführung gemäß Figur 38a und 38b sorgt bei der Ausführung gemäß Figur 39 der Ventilkörper 70 zusätzlich für einen Verschluss des Lagerspalts 56 im unteren Gleitlager 51. Damit ist auch kein Leckölstrom durch den Lagerspalt 56 bei geschlossenem Mindestdruckventil 7 möglich.

Wenn durch einen steigenden Öldruck am Einlaß 18 und im hohlen Abschnitt 53 der Achse 5 der Ventilkörper 70 von seinem Ventilsitz 75 gegen die Kraft der Feder 76 abgehoben wird, werden zum einen die Strömungswege in die zwei Kanäle 33 und in den Ringkanal 30' freigegeben und zum anderen auch der Lagerspalt 56 für einen Öleintritt geöffnet. Hierdurch ist eine ausreichende Schmierung des Gleitlagers 51 mit Öl gewährleistet.

Wenn der Öldruck absinkt, drückt die Ventilsfeder 76 den Ventilkörper 70 wieder in seine in Figur 39 sichtbare Schließstellung. Dabei sorgt der Ventilkörper 70 gleichzeitig für eine Abbremsung des Rotors 2, was ein uner-

wünscht langes Nachlaufen des Rotors 2 z.B. beim Abstellen der zugehörigen Brennkraftmaschine verhindert.

Hinsichtlich der weiteren Einzelteile und Bezugsziffern in Figur 39 wird auf die vorhergehenden Figurenbeschreibungen verwiesen.

Die Figur 40 zeigt eine Ausführung der Zentrifuge 1, die in den meisten Teilen mit der Ausführung der Zentrifuge gemäß der schon erläuterten Figur 35 übereinstimmt. Unterschiedlich ist bei der Zentrifuge 1 gemäß Figur 40 die Ausgestaltung des Einlasses 44 für das zu reinigende Schmieröl in den Schmutzfangteil 4. Hier sind anstelle von einfachen Durchbrechungen zwei oder mehr flexible Schlaucharme 44.1 als Einlässe 44 vorgesehen. Dabei sind die Schlaucharme 44.1 an ihrem radial inneren Ende am oberen Endbereich des Rohrkörpers 30 befestigt und stehen in Strömungsverbindung mit dem Kanal 30' im Inneren des Rohrkörpers 30, durch den die Zuführung des zu reinigenden Schmieröls erfolgt.

In der linken Hälfte der Figur 40 ist der Schmutzfangteil 4 des Rotors 2 in einem Zustand gezeigt, in dem sich erst eine relativ geringe Menge an Schmutzpartikeln an der inneren Oberfläche der Umfangswand 40 abgelagert hat. Hier nimmt der Schlaucharm 44.1 bei Rotation des Rotors 2 die links oben in Figur 40 gezeigte, durch Fliehkraft hervorgerufene Stellung ein, bei der der Einlaß 44 für das zu reinigende Schmieröl in das Innere des Schmutzfangteils 4 relativ weit radial außen und unmittelbar vor der nach innen weisenden Oberfläche des bereits abgesetzten Schmutzpartikelkuchens liegt.

In der rechten Hälfte der Figur 40 ist der Rotor 2 in einem Zustand gezeigt, in dem sich im Schmutzfangteil 4 be-

reits ein erheblich dickerer Schmutzpartikelkuchen abgesetzt hat, wie dies kurz vor Ende der Einsatzzeit des Schmutzfangteils 4 auftritt. Durch den radial von außen nach innen wachsenden Schmutzpartikelkuchen wird der flexible Schlaucharm 44.1 mit seinem den Einlaß 44 bildenden freien Ende in Radialrichtung mit nach innen bewegt, so daß er schließlich die in der rechten Hälfte von Figur 40 sichtbare Stellung einnimmt. Mit den flexiblen Schlaucharmen 44.1 wird erreicht, daß der Einlaß 44 für das zu reinigende Schmieröl in den Schmutzfangteil 4 immer so weit radial außen liegt, wie dies der bereits abgelagerte Schmutzpartikelkuchen noch erlaubt.

Hinsichtlich der weiteren in Figur 40 dargestellten Teile und Bezugsziffern wird auf die vorhergehenden Figurenbeschreibungen verwiesen.

Figur 41 zeigt eine Abwandlung der Zentrifuge, bei der der Schmutzfangteil 4 und der Antriebsteil 3 des Rotors 2 mittels verstellbarer Rastzungen 8 miteinander lösbar verbunden sind.

Oben in Figur 41 ist der zentrale Bereich des Deckels 14 erkennbar. Darunter liegt die obere Wand 41 des Schmutzfangteils 4. Im unteren Teil der Figur 41 ist die von unten nach oben verlaufende Achse 5 für die drehbare Lagerung des Rotors 2 erkennbar, die von dem Rohrkörper 30 des Antriebsteils 3 des Rotors 2 umgeben ist. Durch den Ringkanal 30' zwischen Achse 5 und Rohrkörper 30 wird das zu reinigende Schmieröl von unten nach oben zugeführt und tritt durch die Einlässe 44 in den Schmutzfangteil 4 ein.

Mit dem zentralen Bereich der oberen Wand 41 des Schmutzfangteils 4 sind hier mehrere in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Rastzungen 8 verbunden oder einstückig ausge-

führt. Diese Rastzungen 8 verlaufen in etwa vertikaler Richtung parallel zur Achse 5 und besitzen an ihrem unteren Ende je eine nach innen weisende Rastnase 80. Das jeweils obere Ende der Rastzungen 8 bildet ein Betätigungsende 82, das betätigt werden kann, indem von Hand oder mit einem Hilfswerkzeug eine radial nach innen gerichtete Kraft ausgeübt wird. Diese Betätigungskraft führt zu einer Verschwenkung der Rastzungen 8 um deren Schwenkachse 81 und damit zu einem Verschwenken der Rastnasen 80 in Radialrichtung nach außen. Hierdurch kommen die Rastnasen 80 von Rastausnehmungen 83, die durch den oberen Bereich der Öleinlässe 44 im Rohrkörper 30 gebildet sind, frei. In diesem Zustand der Rastzungen 8 kann der Schmutzfangteil 4 bei abgenommenem Deckel 14 in Axialrichtung vom Antriebsteil 3 abgezogen werden.

Zwischen dem oberen Endbereich der Achse 5 und dem oberen Ende des Rohrkörpers 30 liegt ein Wälzlager als oberes Lager 52 für die drehbare Lagerung des Rotors 2. Unmittelbar unterhalb des Lagers 52 liegt der Abschirmring 55, der schon anhand der Figur 22 erläutert wurde.

- - -

Patentansprüche:

1. Freistrahlfuge (1) für die Reinigung des Schmieröls einer Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse (10), das mit einem abnehmbaren Deckel (14) verschlossen ist, mit einem im Gehäuse (10) drehbar angeordneten Rotor (2) und mit Kanälen zur Zuführung des zu reinigenden, unter Druck stehenden Schmieröls und zur Abführung des gereinigten, drucklosen Schmieröls, wobei der Rotor (2) zweiteilig ausgeführt ist mit einerseits einem mindestens eine Rückstoßdüse (34) aufweisenden Antriebsteil (3) und andererseits einem einen Schmutzsammelbereich aufweisenden Schmutzfangteil (4), wobei der Antriebsteil (3) von einem ersten Schmierölteilstrom und der Schmutzfangteil (4) von einem zweiten Schmierölteilstrom durchströmbar ist, wobei der Antriebsteil (3) und der Schmutzfangteil (4) mit formschlüssig miteinander zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmitteln (6) ausgeführt sind, die durch axiales Aufstecken des Schmutzfangteils (4) auf den Antriebsteil (3) in Eingriff und durch axiales Abziehen des Schmutzfangteils (4) vom Antriebsteil (3) außer Eingriff bringbar sind, wobei der Schmutzfangteil (4) zur Entsorgung oder Reinigung vom Antriebsteil (3) getrennt werden kann und wobei in der Zentrifuge (1) Mittel vorgesehen oder angebracht sind, die im Betrieb der Zentrifuge (1) zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) dienen und

die bei abgenommenem Deckel (14) wirkungslos oder lösbar sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß sich der Antriebsteil (3) von unten her nach oben hin in den Schmutzfangteil (4) hinein oder durch diesen hindurch erstreckt,
- daß der Antriebsteil (3) alle zur drehbaren Lagerung des Rotors (2) dienenden Teile umfaßt und
- daß der Antriebsteil (3) gegen axiales Herausziehen bei geöffnetem Deckel (14) gesichert gelagert ist.

2. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) einen zentralen, einen Schmierölkanal bildenden Rohrkörper (30) und mindestens einen sich vom Rohrkörper (30) radial nach außen erstreckenden Düsentragkörper (31) mit wenigstens einem zu der Rückstrahldüse/den Rückstrahldüsen (34) führenden Ölzweigkanal (33) umfaßt.
3. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsentragkörper (31) die Form eines doppelten Bodens hat, in dessen Zwischenraum die Ölzweigkanäle (33) ausgebildet sind.
4. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsentragkörper (31) die Form einer Scheibe hat, in der die Ölzweigkanäle (33) ausgebildet sind.
5. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsentragkörper (31) in Form von zwei oder mehr rohrförmigen Armen ausgebildet ist, wobei durch jeden Arm je ein Ölzweigkanal (33) verläuft.

6. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) auf einer einen Teil des Gehäuses (10) bildenden, am übrigen Gehäuse (10) starr oder gelenkig befestigten Achse (5) gelagert ist, die den Rotor (2) durchsetzt und die mit ihrem oberen Ende im aufgesetzten Deckel (14) lösbar abgestützt und zentriert ist.
7. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) auf einer einen starren Teil des Gehäuses (10) bildenden Achse (5) gelagert ist, die in den Rotor (2) hineintragt und die mit ihrem oberen Ende im Abstand zum aufgesetzten Deckel (14) endet.
8. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (2) unten und oben mittels je eines Achsstummels (5', 5'') gelagert ist, wobei die Achsstummel (5', 5'') Teile des Rotors (2) oder Teile des Gehäuses (10) und dessen Deckels (14) sind.
9. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) durch einen axial unten und axial oben jeweils ganz oder teilweise offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand (40) gebildet ist, wobei axial unten der Düsentragkörper (31) im zusammengesetzten Zustand des Rotors (2) einen den Rotorinnenraum nach unten zumindest zum Teil begrenzenden Boden (42) bildet und wobei axial oben der Hohlkörper durch einen separaten, fest oder lösbar angebrachten Schmutzfangteildeckel verschlossen ist.

10. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) durch einen becherförmigen, axial oben offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand (40) gebildet ist, wobei axial oben der Hohlkörper durch einen separaten, fest oder lösbar angebrachten Schmutzfangteildeckel verschlossen ist.
11. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) durch einen glockenförmigen, axial unten ganz oder teilweise offenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand (40) gebildet ist, wobei axial unten der Düsentragkörper (31) im zusammengesetzten Zustand des Rotors (2) einen den Rotorinnenraum nach unten zumindest zum Teil begrenzenden Boden (42) bildet.
12. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) durch einen dosenförmigen, axial unten und axial oben geschlossenen Hohlkörper mit einer radial äußeren Umfangswand (40) gebildet ist.
13. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der den Schmutzfangteil (4) bildende Hohlkörper zusätzlich eine radial innere, rohrförmige Wand (43) aufweist.
14. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) in dessen radial innerem, axial oberem Bereich angeordnet sind.

15. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) in dessen axial unterem Bereich angeordnet sind.
16. Freistrahlfuge nach den Ansprüchen 5 und 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) unterseitig eine die Arme des Antriebsteils (3) axial übergreifende, mit diesen die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) bildende Kontur hat.
17. Freistrahlfuge nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur der Unterseite des Schmutzfangteils (4) zusätzlich als mit den Armen des Antriebsteils (3) axial in und außer Eingriff bringbare Rastverbindung ausgestaltet ist.
18. Freistrahlfuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) in seinem Inneren radial oder überwiegend radial verlaufende Leit- und Versteifungswände (48) aufweist.
19. Freistrahlfuge nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das radial innere Ende der Leit- und Versteifungswände (48) einen schmutzfangteilseitigen Teil der Drehmomentübertragungsmittel (6) bildet und daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) in dessen radial innerem Bereich sich über zumindest einen Teil der axialen

Länge des Rohrkörpers (30) erstreckend angeordnet sind.

20. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) durch axial zusammenfügbare und trennbare Mehrkantkonturen oder Verzahnungen oder Wellungen oder Nut-Feder-Anordnungen, jeweils in Radialrichtung gesehen ohne oder mit Hinterschnitt (60), gebildet sind.
21. Freistrahlfuge nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die zusammenwirkenden Drehmomentübertragungsmittel (6) von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) selbstfindend mit Einlaufschrägen und/oder Einlaufspitzen (61) ausgebildet sind.
22. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der den Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) bildende Hohlkörper ein einstückiges Spritzgußteil aus Kunststoff ist.
23. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 9 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der den Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) bildende Hohlkörper ein aus zwei Spritzgußteilen zusammengefügt, vorzugsweise verschweißtes, Bauteil aus Kunststoff ist.
24. Freistrahlfuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils in Kontaktbereichen zwischen Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) des Rotors (2) wenigstens eine angebrachte separate oder einstückig angeformte Dichtung (62) oder Dichtkontur vorgesehen ist.

25. Freistrahlszentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der beiden Schmierölteilströme der der Zentrifuge (1) zugeführte Schmierölstrom in der Zentrifuge (1) in zwei mengenmäßig abgestimmte, vorzugsweise über zwei definierte Drosselstellen (34, 37) geführte, Teilströme aufteilbar ist, wovon der eine Teilstrom dem Antriebsteil (3) und dessen Rückstoßdüsen (34) unter Druck und der andere Teilstrom über wenigstens einen Einlaß (44) dem Schmutzfangteil (4) drucklos zuführbar ist.
26. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß beide Drosselstellen (34, 37) im Antriebsteil (3) der Zentrifuge vorgesehen sind.
27. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß diejenige der beiden Drosselstellen (34, 37), über die der Schmierölteilstrom dem Schmutzfangteil (4) zuführbar ist, durch wenigstens eine Drosselbohrung oder durch ein oberes Lager (52) des Antriebsteils (3) mit einem definierten Spaltmaß gebildet ist.
28. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Antriebsteil (3) zugeführte Teilstrom mengenmäßig größer ist als der dem Schmutzfangteil (4) zugeführte Teilstrom.
29. Freistrahlszentrifuge nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung des Schmieröls zur Zentrifuge (1) sowohl für den Antriebsteil (3) als auch für den Schmutzfangteil (4)

axial von unten her durch die Achse (5) oder den unteren Achsstummel (5') erfolgt.

30. Freistrahlfzentrifuge nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung des Schmieröls zur Zentrifuge (1) für den Antriebsteil (3) axial von unten her durch die Achse (5) oder den unteren Achsstummel (5') und für den Schmutzfangteil (4) separat davon axial von oben her erfolgt.
31. Freistrahlfzentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmierölteilstrom für den Schmutzfangteil (4) in diesen axial oben radial von innen nach außen in Form eines umlaufenden Fächerstrahls oder mehrerer in Umfangsrichtung verteilter Einzelstrahlen durch wenigstens einen entsprechend geformten Einlaß (44) einleitbar ist.
32. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß axial oben im Schmutzfangteil (4) wenigstens ein Einbauteil (41') zur gleichmäßigen Verteilung des einströmenden Schmieröls in Umfangsrichtung des Schmutzfangteils (4) vorgesehen ist.
33. Freistrahlfzentrifuge nach einem der Ansprüche 25 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß axial unten und radial innen am Rotor (2) wenigstens ein Ölauslaß (47) mit einem Querschnitt, der größer als der Querschnitt des Einlasses (44) ist, vorgesehen ist.
34. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß radial außen vom Auslaß (47) an der Unterseite des Rotors (2) und/oder an der Oberseite eines unter dem Rotor (2) liegenden Zentrifu-

gengehäusebereichs (10') eine Umlenkrippenanordnung (17) oder eine Abschirmscheibe (17') vorgesehen ist, die den aus dem Auslaß (47) kommenden drucklosen Schmierölteilstrom zu einem gelenkten, vom Rotor (2) und von dem aus jeder Rückstoßdüse (34) austretenden Ölstrahl getrennten Verlauf zwingt.

35. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer auf die Achse (5) aufgerasteten oder aufgeklebten oder aufgeschraubten oder am Deckel (14) vorgesehenen oder abgestützten Sicherung (38) der Antriebsteil (3) gegen das Abziehen von der Achse (5) nach oben gesichert ist.
36. Freistrahlfzentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) axial oberseitig und der Deckel (14) axial unterseitig je eine Anlauffläche (45, 15) aufweisen, die im Zusammenwirken miteinander die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) bei aufgesetztem Deckel (14) verhindern oder begrenzen.
37. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein axial oben mit der Achse (5) lösbar verbundener, die Achse (5) radial nach außen überragender Anschlagkörper (38) axial unterseitig und der Schmutzfangteil (4) axial oberseitig je eine Anlauffläche aufweisen, die im Zusammenwirken miteinander die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) im Betrieb der Zentrifuge (1) verhindern oder begrenzen.
38. Freistrahlfzentrifuge nach den Ansprüchen 35 und 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherung und der

Anschlagkörper zu oder in einem Bauteil (38) zusammengefaßt sind.

39. Freistrahlfzentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der axialen Oberseite des Schmutzfangteils (4) und der axialen Unterseite des Deckels (14) ein weiteres Lager (15') in Form eines reinen Axiallagers vorgesehen ist, das die axiale Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) bei aufgesetztem Deckel (14) verhindert oder begrenzt und das axial nach oben gerichtete Kräfte des Schmutzfangteils (4) aufnimmt.
40. Freistrahlfzentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) axial oberseitig und der Deckel (14) axial unterseitig jeweils miteinander in und außer Eingriff bringbare Kopplungsmittel (19, 49), vorzugsweise Rastmittel, aufweisen, die bei aufgesetztem Deckel (14) einander nicht berühren und die bei einem Abnehmen des Deckels (14) den Schmutzfangteil (4) unter Trennung vom Antriebsteil (3) nach axial oben mitnehmen.
41. Freistrahlfzentrifuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) und der Schmutzfangteil (4) im Hinblick auf ihre mit dem Gehäuse (10) zusammenwirkenden Teile eine Formgebung und Bemaßung aufweisen, die einen Einbau von Antriebsteil (3) und Schmutzfangteil (4) in vorhandene, bisher mit einem konventionellen Rotor bestückte Zentrifugen erlauben.

42. Freistrahlfuge nach einem der Ansprüche 22 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmutzfangteil (4) metallfrei ist und daß der den Schmutzfangteil (4) bildende Kunststoff sortenrein, vorzugsweise ein Recyclingkunststoff, ist und schadstofflos oder schadstoffarm verbrennbar ist.
43. Freistrahlfuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einen der Zentrifuge (1) das Schmieröl zuführenden Kanal (53) ein Mindestdruckanlaufventil (7) angeordnet ist, das eine Ölzufuhr zur Zentrifuge (1) erst nach Überschreiten eines vorgebbaren zulaufseitigen Öldrucks freigibt.
44. Freistrahlfuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie Teil eines wenigstens ein weiteres Nebenaggregat, insbesondere einen ÖlfILTER und/oder einen Ölkühler, der Brennkraftmaschine umfassenden Moduls ist, das an die Brennkraftmaschine unter Herstellung der nötigen Strömungsverbindungen anflanschbar ist.
45. Freistrahlfuge nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) in einem Nebenstrom zu dem im Hauptstrom liegenden ÖlfILTER betrieben wird und daß der durch die Zentrifuge (1) strömende Nebenstrom maximal 10%, vorzugsweise 5%, des Volumenstroms des Hauptstroms umfaßt.
46. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) für die drehbare Lagerung des Rotors (2) eine zentrale Achse (5) umfaßt, die zumindest über einen Teil ihrer Länge hohl ist und einen Abschnitt (53) des Ölzuführkanals (18)

bildet, daß in diesem Abschnitt (53) ein in Schließrichtung vorbelasteter Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) axial verschieblich angeordnet ist, daß der Ventilkörper (70) aus der Achse (5) herausragt und ein Dichtkopf (71) des Ventilkörpers (70) außerhalb der Achse (5) liegt und daß ein mit dem Dichtkopf (71) zusammenwirkender Ventilsitz (75) an einem die Achse (5) tragenden Zentrifugengehäuseteil (10'), durch den der Ölzuführkanal (18) verläuft, ausgebildet ist.

47. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (70) mehrteilig aus miteinander verbundenen Einzelteilen, insbesondere dem Dichtkopf (71), einem Schaft (72) und einem Führungsendstück (73), zusammengesetzt ist.
48. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (70) einstückig ausgebildet ist.
49. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) einen zentralen Rohrkörper (30) umfaßt, der unter Bildung eines Ringkanals (30') für die Ölzuführung mit Abstand eine zentrale Achse (5) umgibt, auf der der Antriebsteil (3) drehbar gelagert ist, und daß in einem oberen Endbereich des Ringkanals (30') zwischen einem oberen Lager (52) des Antriebsteils (3) und einem Öleinlaß (44) des Schmutzfangteils (4) ein Abschirmring (55) angeordnet ist, der entweder radial innen an die Achse (5) oder radial außen an den Rohrkörper (30) angebunden ist.

50. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) eine zentrale hohle Achse (5) umfaßt, deren hohles Inneres (53) in einem ersten axialen Bereich einen Abschnitt des Ölzuführkanals (18) und in einem zweiten axialen Bereich einen Ölablaßkanal (13') bildet, daß im hohlen Inneren (53) der Achse (5) ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz (75) zusammenwirkender erster Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) begrenzt axial verschieblich angeordnet ist, daß im Ventilkörper (70) ein Öldurchlaß (74) ausgebildet ist und daß mit dem Öldurchlaß (74) ein in Schließrichtung vorbelasteter zweiter Ventilkörper (70') eines Überdruckabsteuerventils (7') zusammenwirkt.
51. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorbelastung des ersten Ventilkörpers (70) und des zweiten Ventilkörpers (70') in deren Schließrichtung durch eine einzige Feder (76) erzeugt ist.
52. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorbelastung des ersten Ventilkörpers (70) und des zweiten Ventilkörpers (70') in deren Schließrichtung durch je eine eigene Feder (76, 76') erzeugt ist.
53. Freistrahlszentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) eine zentrale hohle Achse (5) umfaßt, deren hohles Inneres (53) in einem ersten axialen Bereich (53.1) einen Abschnitt des Ölzuführkanals (18) für den Antriebsteil (3) und für den Schmutzfangteil (4) und in einem zweiten axialen Bereich (53.2) einen Abschnitt des Ölzuführ-

kanals nur für den Schmutzfangteil (4) bildet, daß im hohlen Inneren (53) der Achse (5) ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz (75) zusammenwirkender Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) begrenzt axial verschieblich angeordnet ist und daß im Ventilkörper (70) ein Öldurchlaß (74) mit definiertem Querschnitt ausgebildet ist, dessen dichtsitzseitige Mündung radial außen und stromab einer mit dem Dichtsitz (75) zusammenwirkenden Dichtkontur des Ventilkörpers (70) liegt.

54. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) eine zentrale hohle Achse (5) umfaßt, deren hohles Inneres (53) in einem ersten axialen Bereich (53.1) einen Abschnitt des Ölzuführkanals (18) für den Antriebsteil (3) und für den Schmutzfangteil (4) und in einem zweiten axialen Bereich (53.2) einen Abschnitt des Ölzuführkanals nur für den Schmutzfangteil (4) bildet, daß im hohlen Inneren (53) der Achse (5) ein in Schließrichtung vorbelasteter, mit einem Ventilsitz (75) zusammenwirkender Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) begrenzt axial verschieblich angeordnet ist und daß zwischen dem Außenumfang des Ventilkörpers (70) und dem Innenumfang der hohlen Achse (53) ein Öldurchlaß mit definiertem Querschnitt ausgebildet ist, dessen dichtsitzseitige Mündung radial außen und stromab einer mit dem Dichtsitz (75) zusammenwirkenden Dichtkontur des Ventilkörpers (70) liegt.
55. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Boden (42) des Schmutzfangteils (4) mit in Radial- und Umfangsrichtung verteilt angeordneten Durchbrechungen (42.2) versehen

und unter dem durchbrochenen Boden (42) im axialen Abstand von diesem und über den Düsen (34) eine geschlossene Abschirmscheibe (32.1), die Teil des Antriebsteils (3) ist, angeordnet ist oder daß im Schmutzfangteil (4) oberhalb von dessen geschlossenem Boden (42) ein Zwischenboden angeordnet ist, der mit in Radial- und Umfangsrichtung verteilt angeordneten Durchbrechungen versehen ist.

56. Freistrahlfuge nach Anspruch 55, dadurch gekennzeichnet, daß der mit den Durchbrechungen (42.2) versehene Boden (42) oder Zwischenboden als Lochplatte oder Siebplatte ausgebildet ist.
57. Freistrahlfuge nach Anspruch 55 oder 56, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Boden (42) oder den Zwischenboden eine dessen Durchbrechungen (42.2) öldurchlässig überdeckende Materiallage (42.3), vorzugsweise aus Vlies oder Gewebe, aufgelegt ist.
58. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß radial außen von einem Reinölauslaß (47) des Schmutzfangteils (4) an der Oberseite eines unter dem Rotor (2) liegenden Zentrifugengehäuseteils (10') übereinander zwei Abschirmscheiben (17', 17'') angeordnet sind, wobei der aus dem Reinölauslaß (47) kommende drucklose Schmierölteilstrom zwischen der unteren Abschirmscheibe (17') und dem darunter liegenden Zentrifugengehäuseteil (10') abströmt und wobei der aus den Rückstoßdüsen (34) des Antriebsteils (3) austretende schnell strömende Schmierölteilstrom durch den Zwischenraum zwischen der unteren Abschirmscheibe (17') und der oberen Abschirmscheibe (17'') abgeleitet wird.

59. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zentrale, zur drehbaren Lagerung des Rotors (2) dienende Achse (5) einstückig mit einem unter dem Rotor (2) liegenden Teil des Zentrifugengehäuses (10') ausgeführt ist.
60. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß außen auf eine zentrale, zur drehbaren Lagerung des Rotors (2) dienende Achse (5) wenigstens eine Lagerhülse (51') aufgesetzt ist, die aus einem Material besteht, das eine günstige Gleitpaarung mit wenigstens einer Lagerbuchse (21) im Rotor (2) bildet.
61. Freistrahlfuge nach Anspruch 60, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerhülse (51') nach ihrem Aufsetzen auf die Achse (5) an ihrem Außenumfang durch Schleifen bearbeitet ist.
62. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen Rohrkörper (30) ausgeführt ist, durch den das zu reinigende Schmieröl dem Schmutzfangteil (4) zuführbar ist, daß in einem oberen Endbereich des Rohrkörpers (30) mindestens eine in Radialrichtung verlaufende Durchbrechung als Öleinlaß (44) zum Schmutzfangteil (4) angebracht ist, daß unter Ausbildung eines Ringspaltraums auf dem Außenumfang des oberen Endbereichs des Rohrkörpers (30) ein hülsenförmiger, axial unten und radial außen geschlossener und axial oben offener Kragen (39) angeordnet ist und daß der Öleinlaß (44) in den unteren Teil des Ringspaltraums mündet.

63. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen Rohrkörper (30) ausgeführt ist, der eine Welle für die drehbare Lagerung des Rotors (2) bildet, daß der Rohrkörper (30) unten und oben an Gehäuseteilen (10', 14) der Zentrifuge (1) gelagert ist, daß als unteres Lager (51) ein Gleitlager vorgesehen ist, das durch eine in den unter dem Rotor (2) liegenden Gehäuseteil (10') eingesetzte Lagerbuchse (51.1) und ein am unteren Ende des Rohrkörpers (30) vorgesehenes, in die Lagerbuchse (51.1) eingesetztes Lagerteil (51.2) gebildet ist, und daß als oberes Lager (52) ein Wälzlager vorgesehen ist, das zwischen dem oberen Ende des Rohrkörpers (30) und einem über dem Rotor (2) liegenden Gehäuseteil, insbesondere Deckel (14), angeordnet ist.
64. Freistrahlfuge nach Anspruch 63, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle für die drehbare Lagerung des Rotors (2) bildende Rohrkörper (30) mit axialem Spiel gelagert ist und daß die Größe einer unteren Stirnfläche des Rohrkörpers (30) oder des Lagerteils (51.2) nach Maßgabe des im Betrieb der Zentrifuge (1) herrschenden Öldrucks so bemessen ist, daß eine von dem Öldruck hervorgerufene, auf den Rotor (2) nach oben wirkende axiale Kraft im wesentlichen der nach unten wirkenden axialen Gewichtskraft des Rotors (2) entspricht.
65. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen Rohrkörper (30) ausgeführt ist, der eine Welle für die drehbare Lagerung des Rotors (2) bildet, und daß der Rohrkörper (30) nur unten an einem unter dem Rotor (2) liegenden Gehäuseteil, insbesondere Deckel (14), angeordnet ist.

seteil (10') der Zentrifuge (1) mittels zweier axial voneinander beabstandeter Lager (51, 52) gelagert ist.

66. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 65, dadurch gekennzeichnet, daß als unteres Lager (51) ein Gleitlager vorgesehen ist, das durch eine in den unter dem Rotor (2) liegenden Gehäuseteil (10') eingesetzte Lagerbuchse (51.1) und ein am unteren Ende des Rohrkörpers (30) vorgesehenes, in die Lagerbuchse (51.1) eingesetztes Lagerteil (51.2) gebildet ist, und daß als oberes Lager (52) ein Wälzlager vorgesehen ist, das in Radialrichtung betrachtet zwischen dem Lagerteil (51.2) des Rohrkörpers (30) und dem unter dem Rotor (2) liegenden Gehäuseteil (10') angeordnet ist.
67. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) mit einer gehäusefesten zentralen Achse (5) und der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen, die Achse (5) mit Abstand umgebenden Rohrkörper (30) ausgeführt ist, daß durch einen Ringkanal (30') zwischen Achse (5) und Rohrkörper (30) das zu reinigende Schmieröl dem Schmutzfangteil (4) zuführbar ist und daß auf dem Innenumfang des Rohrkörpers (30) radial nach innen in den Ringspaltraum (30') ragende, in Axialrichtung verlaufende Rippen (39') angeordnet sind.
68. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) mit einer gehäusefesten zentralen Achse (5) und der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen, die Achse (5) mit Abstand umgebenden Rohrkörper (30) ausge-

führt ist, daß durch einen hohlen unteren Abschnitt (53) der zentralen Achse (5) das Schmieröl der Zentrifuge (1) zuführbar ist, daß durch einen Ringkanal (30') zwischen Achse (5) und Rohrkörper (30) ein das zu reinigende Schmieröl bildender Teilstrom dem Schmutzfangteil (4) zuführbar ist, daß am unteren Ende des Rohrkörpers (30) eine Gleitlagerbuchse (51') angeordnet ist, die auf dem hohlen unteren Abschnitt (53) der zentralen Achse (5) gelagert ist und daß die nach oben weisende Stirnseite der Lagerbuchse (51') als Ventilsitz (75) für einen axial verschieblich im Rohrkörper (30) geführten, in Schließrichtung vorbelasteten Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) ausgebildet ist.

69. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentrifuge (1) mit einer gehäusefesten zentralen Achse (5) und der Antriebsteil (3) des Rotors (2) mit einem zentralen, die Achse (5) mit Abstand umgebenden Rohrkörper (30) ausgeführt ist, daß durch einen hohlen unteren Abschnitt (53.1) der zentralen Achse (5) das Schmieröl der Zentrifuge (1) zuführbar ist, daß durch einen Ringkanal (30') zwischen Achse (5) und Rohrkörper (30) ein das zu reinigende Schmieröl bildender Teilstrom dem Schmutzfangteil (4) zuführbar ist, daß am unteren Ende des Rohrkörpers (30) eine Gleitlagerbuchse (51') angeordnet ist, die auf dem hohlen unteren Abschnitt der zentralen Achse (5) gelagert ist, daß die Achse (5) in Höhe des oberen Endes der Lagerbuchse (51') eine radial nach außen vorspringende Stufe (57) aufweist und daß die nach oben weisenden Stirnseiten der Lagerbuchse (51') und der Stufe (57) gemeinsam als Ventilsitz (75) für einen axial verschieblich im Rohrkörper (30) geführten, in Schließ-

richtung vorbelasteten Ventilkörper (70) eines Mindestdruckventils (7) ausgebildet sind, wobei der Ventilkörper (70) in seiner Schließstellung einen Lagerspalt (56) zwischen der Achse (5) und der Lagerbuchse (51') dichtend überdeckt.

70. Freistrahlfuge nach Anspruch 68 oder 69, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (70) hohl ist und auf der Achse (5) geführt ist, daß die Achse (5) in ihrem den Ventilkörper (7) führenden Bereich unten einen Abschnitt (5.1) größeren Außendurchmessers und darüber einen Abschnitt (5.2) eines kleineren Außendurchmessers aufweist und daß der Ventilkörper (70) an seinem Innenumfang eine Dichtkontur oder Dichtung (77) aufweist, die gegen den Abschnitt (5.1) größeren Außendurchmessers abdichtet und die zum Abschnitt (5.2) kleineren Außendurchmessers radialen Abstand hat.
71. Freistrahlfuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Zentrifuge (1) vorgesehenen oder angebrachten Mittel, die im Betrieb der Zentrifuge (1) zur Verhinderung oder Begrenzung der axialen Beweglichkeit des Schmutzfangteils (4) relativ zum Antriebsteil (3) dienen und die bei abgenommenem Deckel (14) lösbar sind, durch am Schmutzfangteil (4) oder am Antriebsteil (3) angeordnete Rastungen (8) mit Rastnasen (80) gebildet sind, die mit am Antriebsteil (3) oder am Schmutzfangteil (4) vorgesehenen Rastausnehmungen (83) zusammenwirken.
72. Freistrahlfuge nach Anspruch 71, dadurch gekennzeichnet, daß die Rastungen (8) oben und radial innen sowie nach untenweisend am Schmutzfangteil

- (4) und die Rastausnehmungen (83) oben und radial innen am Antriebsteil (3) vorgesehen sind.
73. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 71 oder 72, dadurch gekennzeichnet, daß die Rastzungen (8) um eine Schwenkachse (81) verschwenkbar gelagert sind, daß die Rastzungen (8) mit einem noch oben weisenden und vorragenden Betätigungsende (82) ausgebildet sind und daß durch Verschwenken des Betätigungsendes (82) radial nach innen die jeweils zugehörige Rastzunge (8) mit ihrer Rastnase (80) radial nach außen verschwenkbar und so außer Eingriff mit ihrer Rastausnehmung (83) bringbar ist.
74. Freistrahlfzentrifuge nach einem der Ansprüche 46 bis 73, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsteil (3) aus einem Metall, vorzugsweise Leichtmetall, wie Aluminium oder Magnesium, besteht und daß der Schmutzfangteil (4) aus einem Kunststoff, vorzugsweise ein Thermoplast, wie Polyamid oder Polyethylen, besteht.
75. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem oberen Bereich des Schmutzfangteils (4) von dessen Zentrum aus bei Rotation des Rotors (2) in Radialrichtung nach außen weisende, flexible Schlaucharme (44.1) oder gelenkige Rohrarme als Öleinlaß (44) vorgesehen sind.
76. Freistrahlfzentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem oberen Bereich des Schmutzfangteils (4) von dessen Zentrum aus in Radialrichtung nach außen weisende, starre Rohrarme mit in ihrem Verlauf angebrachten Löchern als Öleinlaß (44) vorgesehen sind.

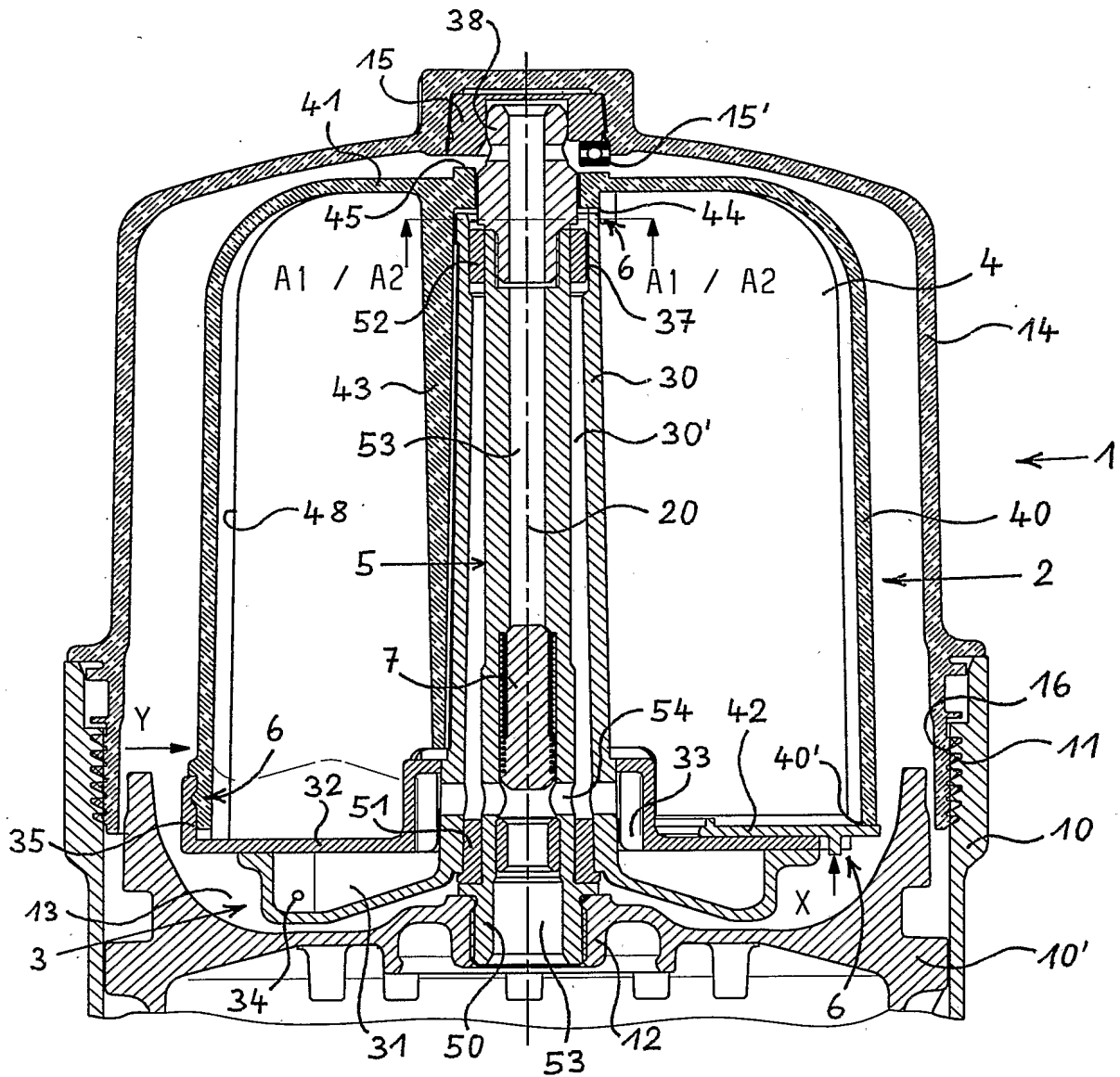


Fig. 1

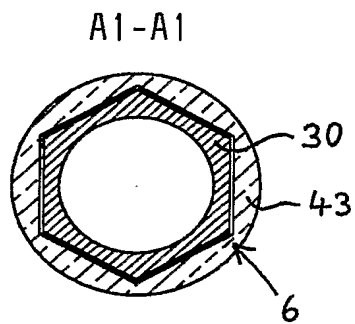


Fig. 2a

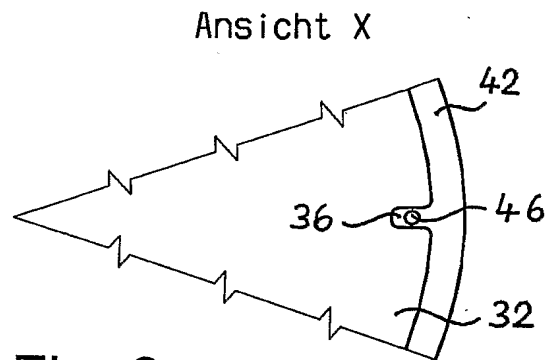


Fig. 3a

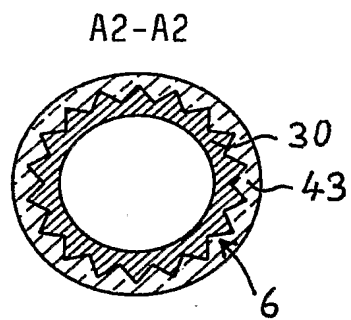


Fig. 2b

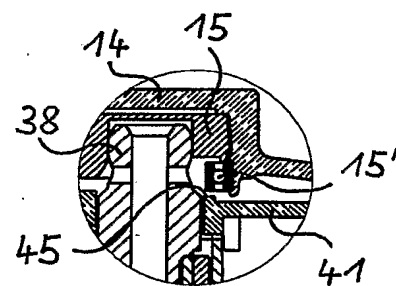


Fig. 2c

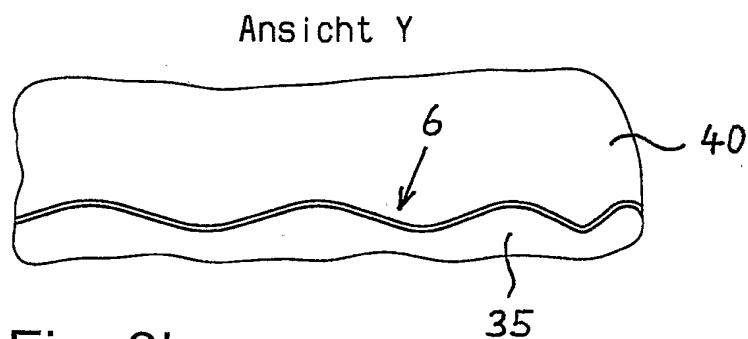


Fig. 3b

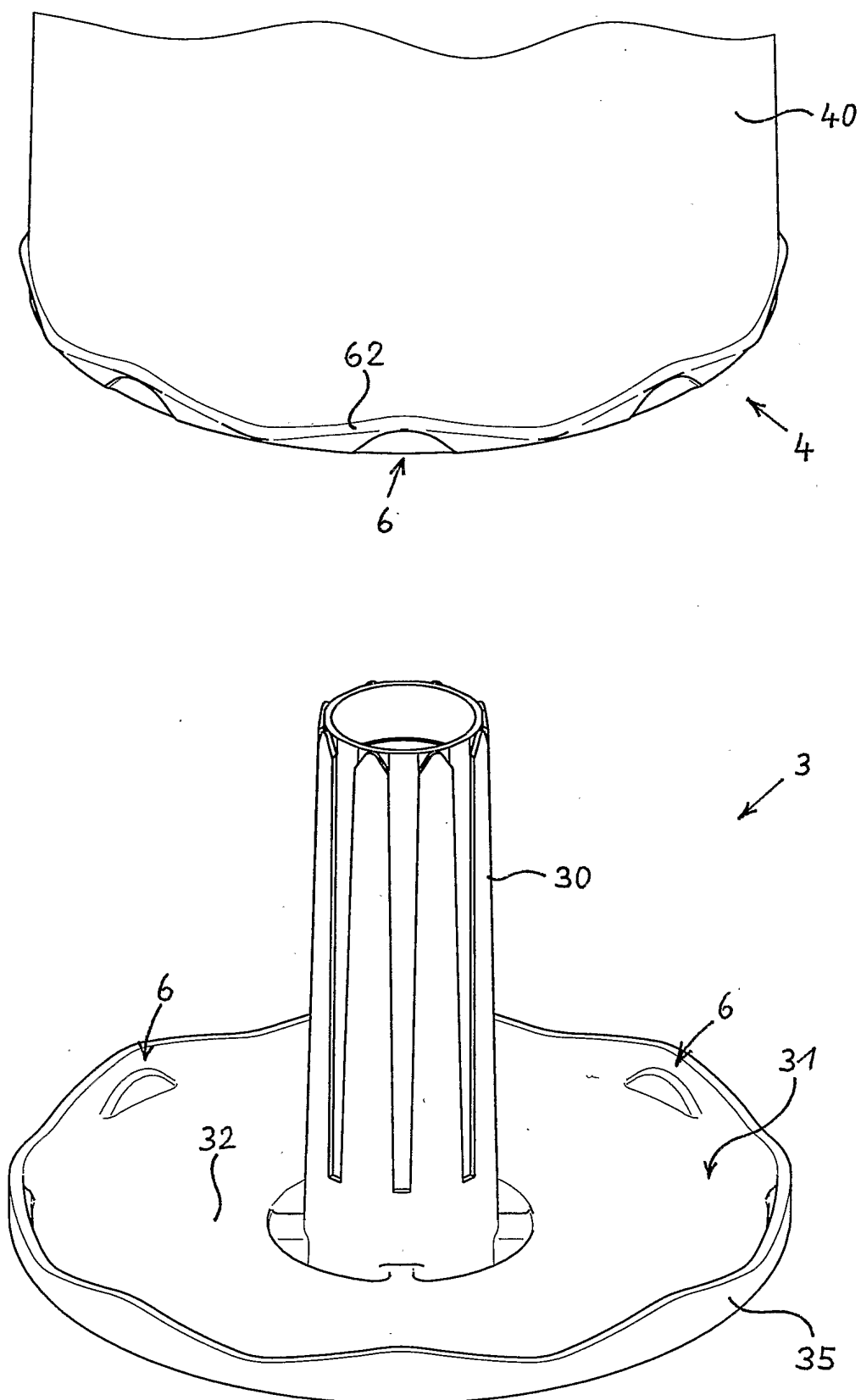


Fig. 4a

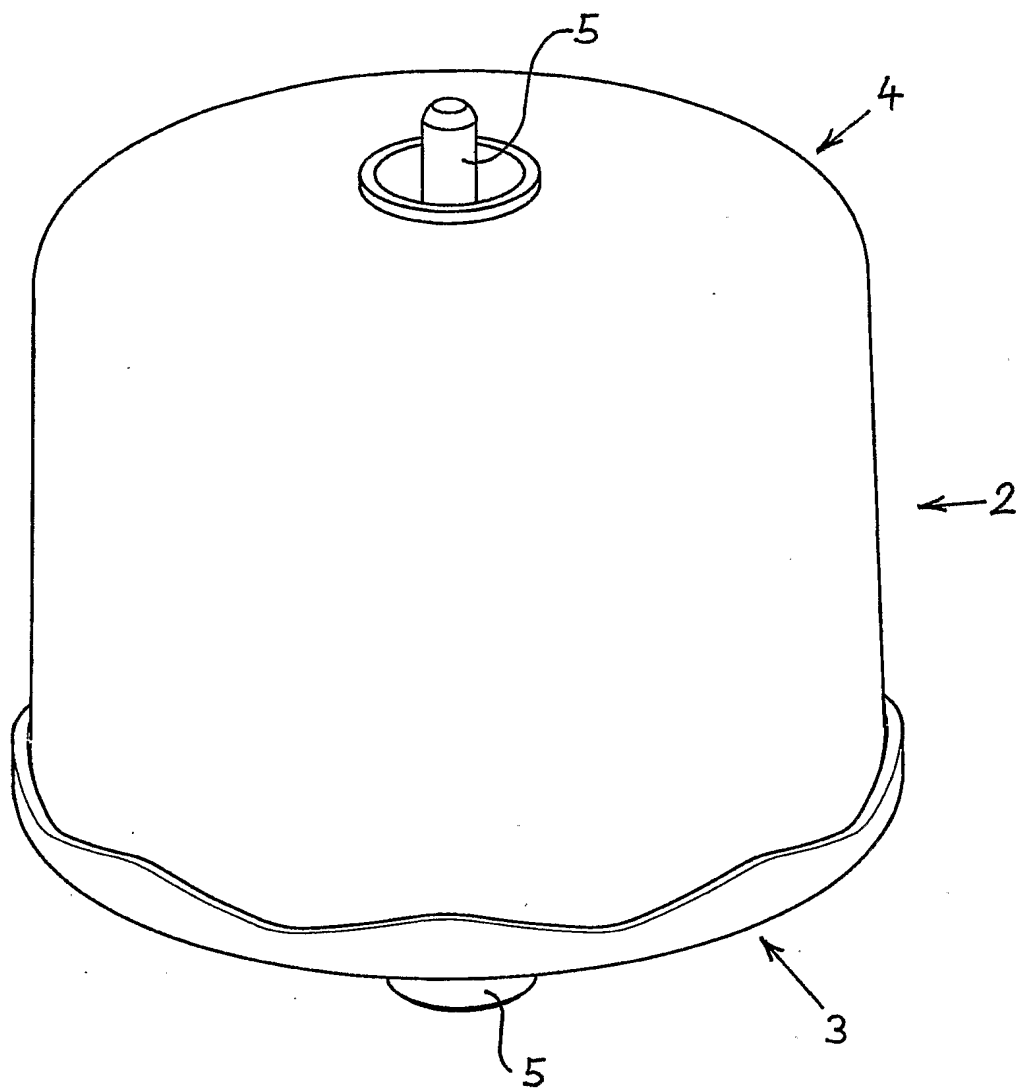


Fig. 4b

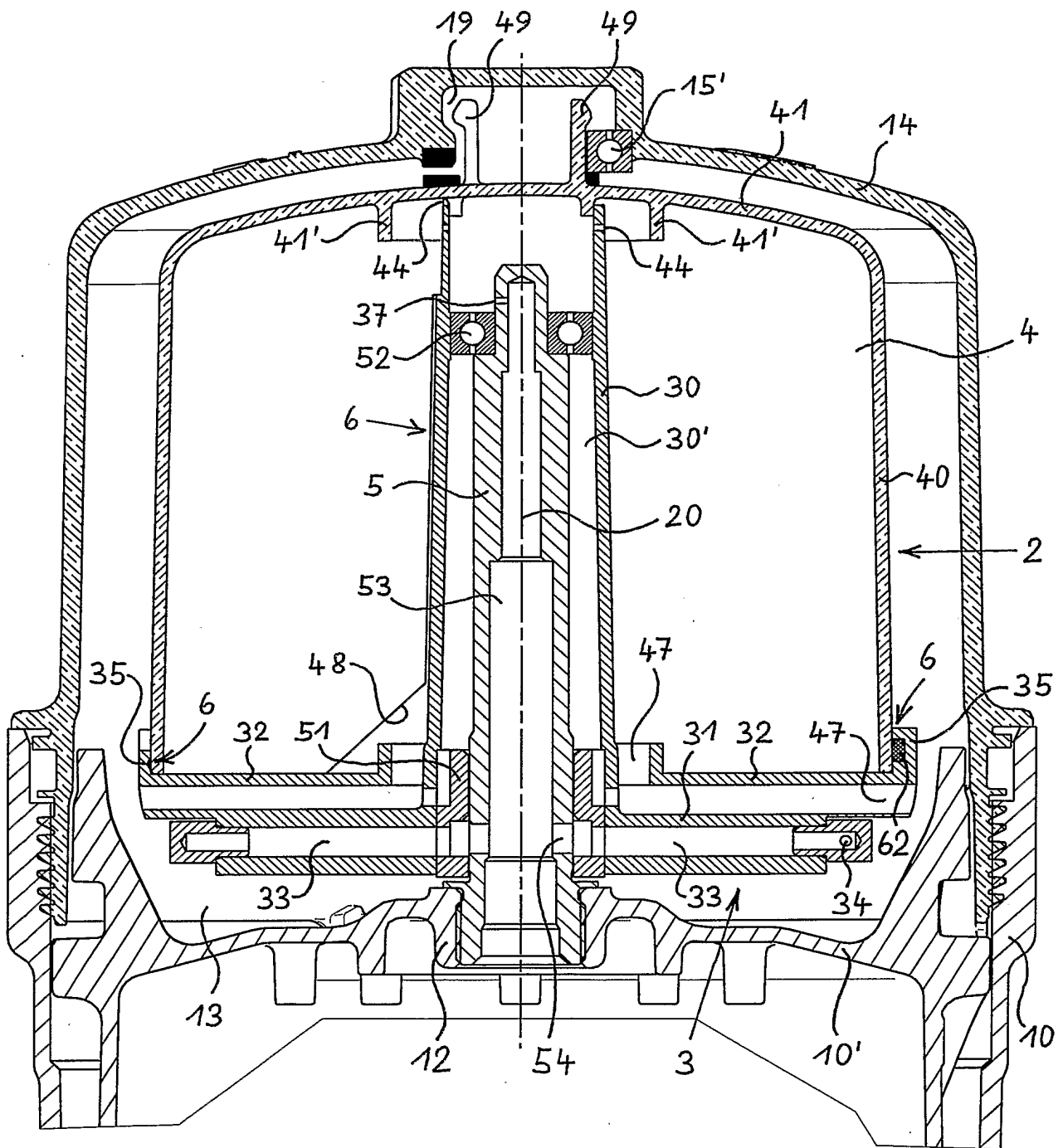


Fig. 5

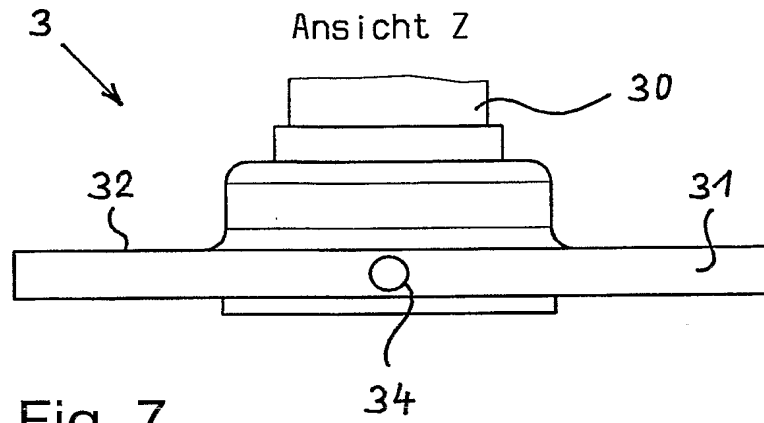


Fig. 7

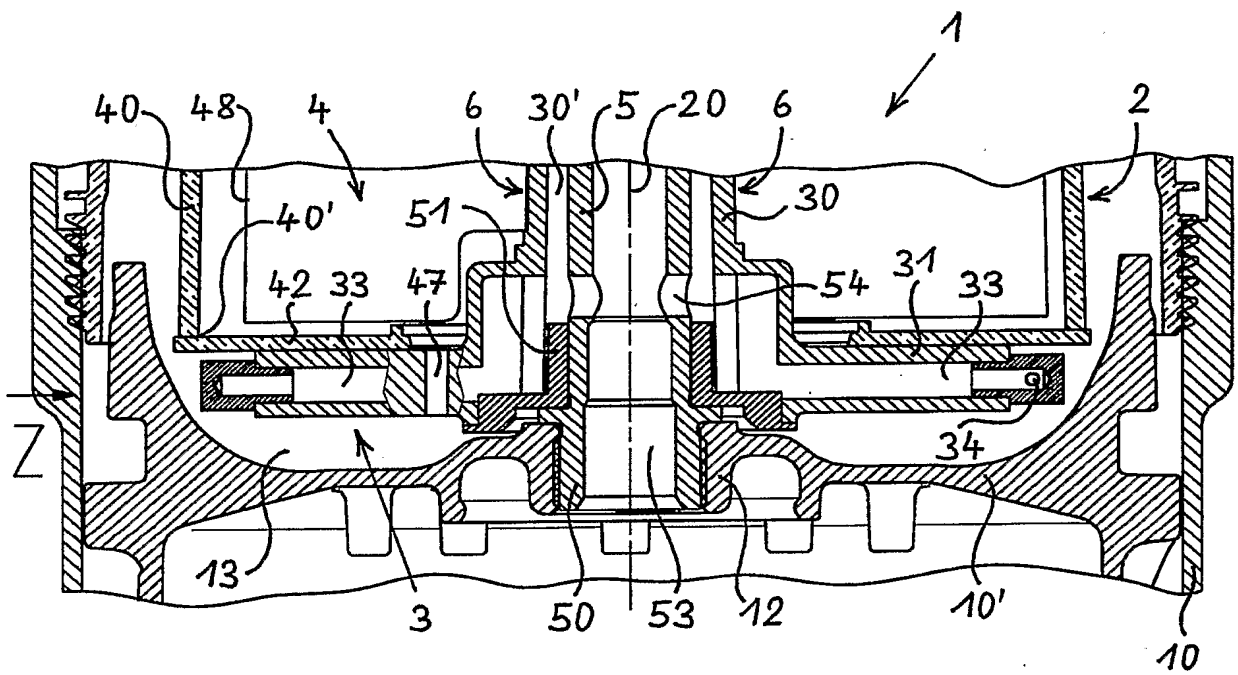


Fig. 6

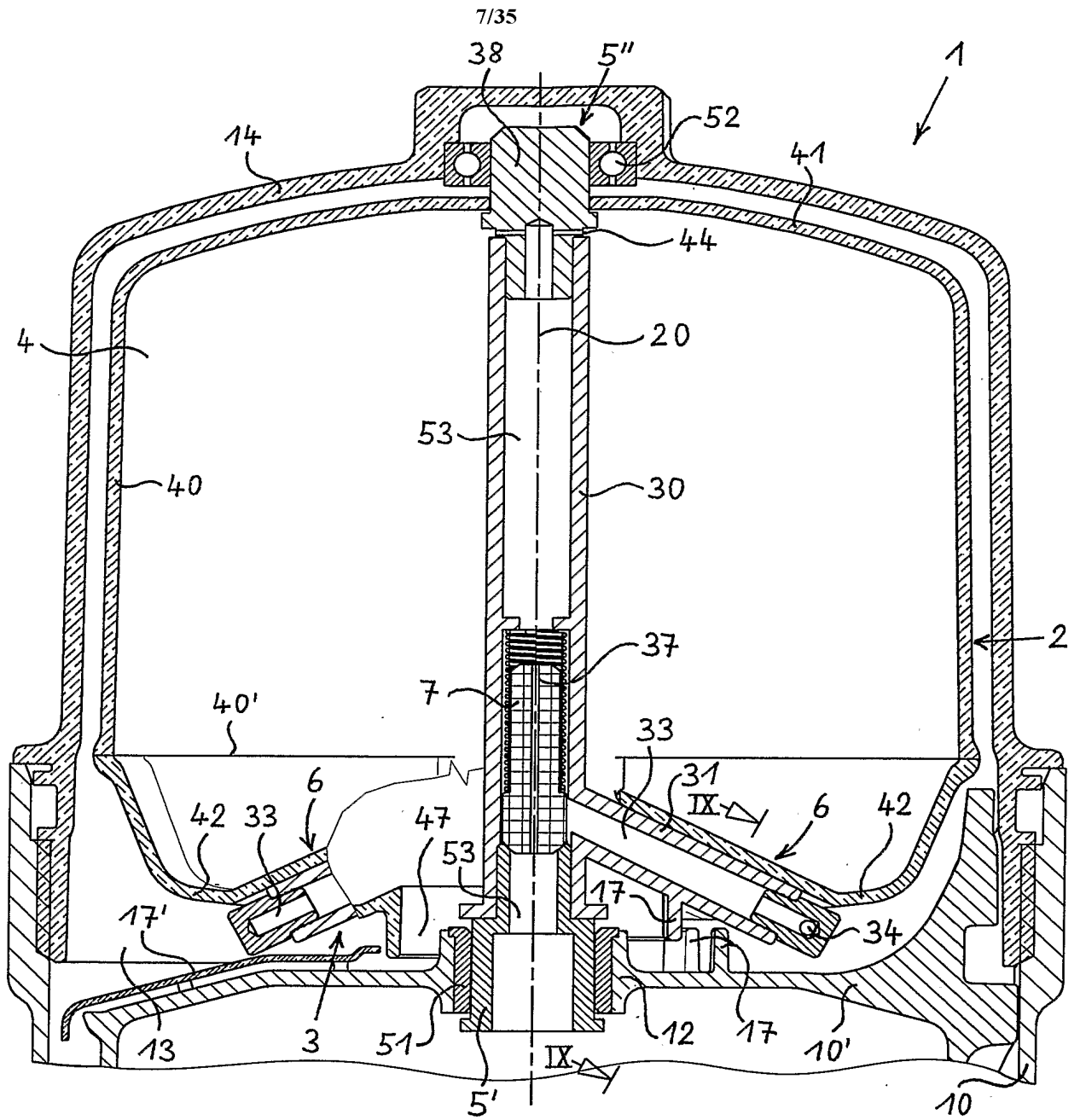


Fig. 8

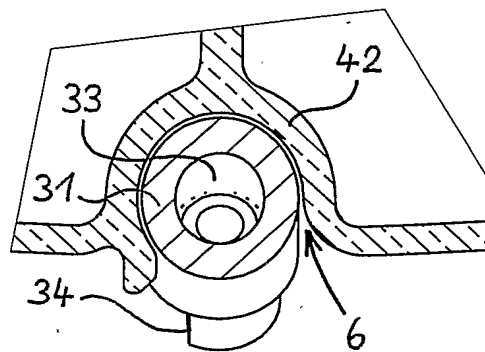


Fig. 9

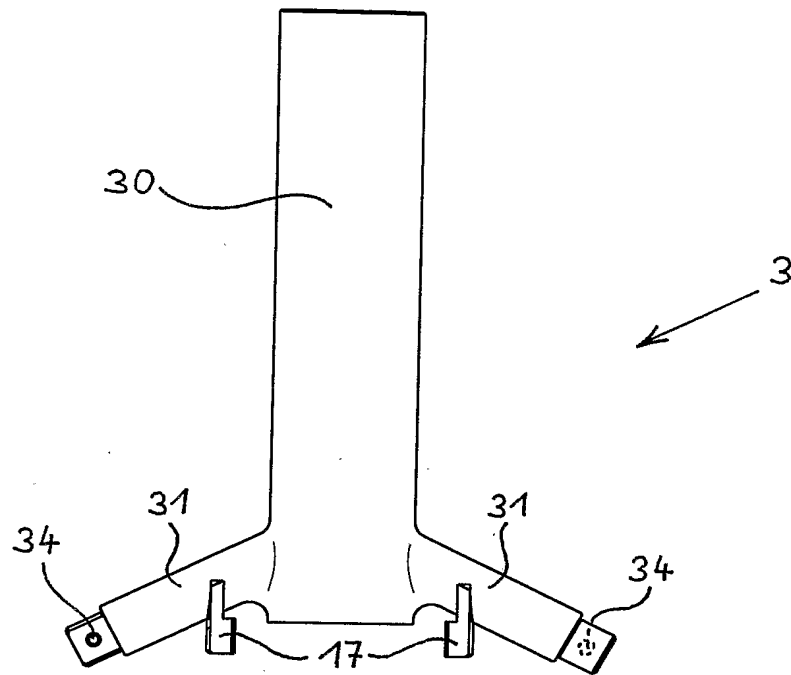


Fig. 11

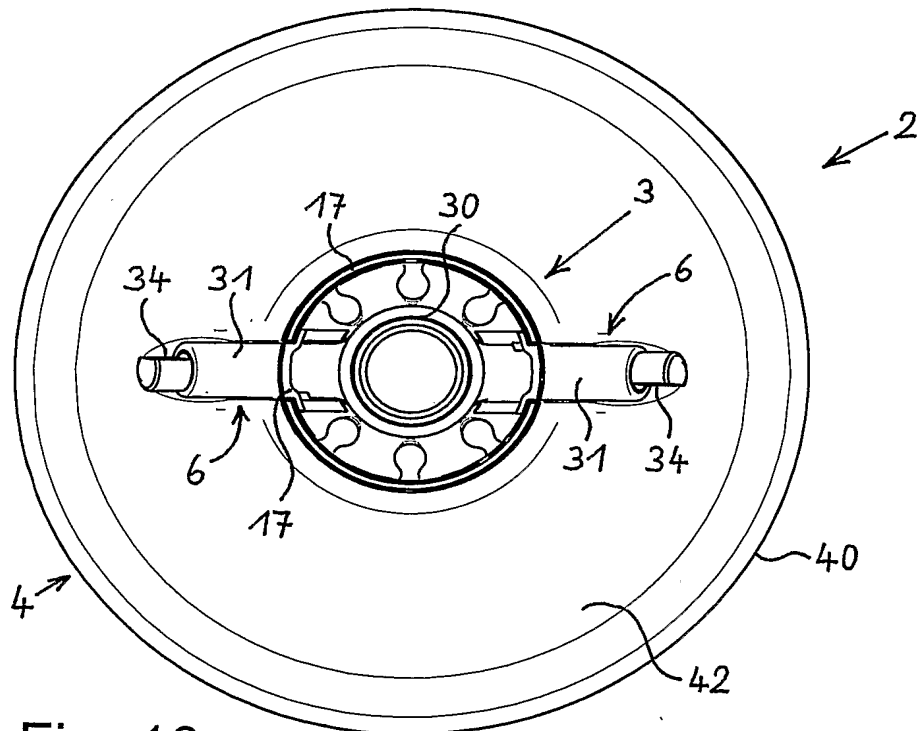
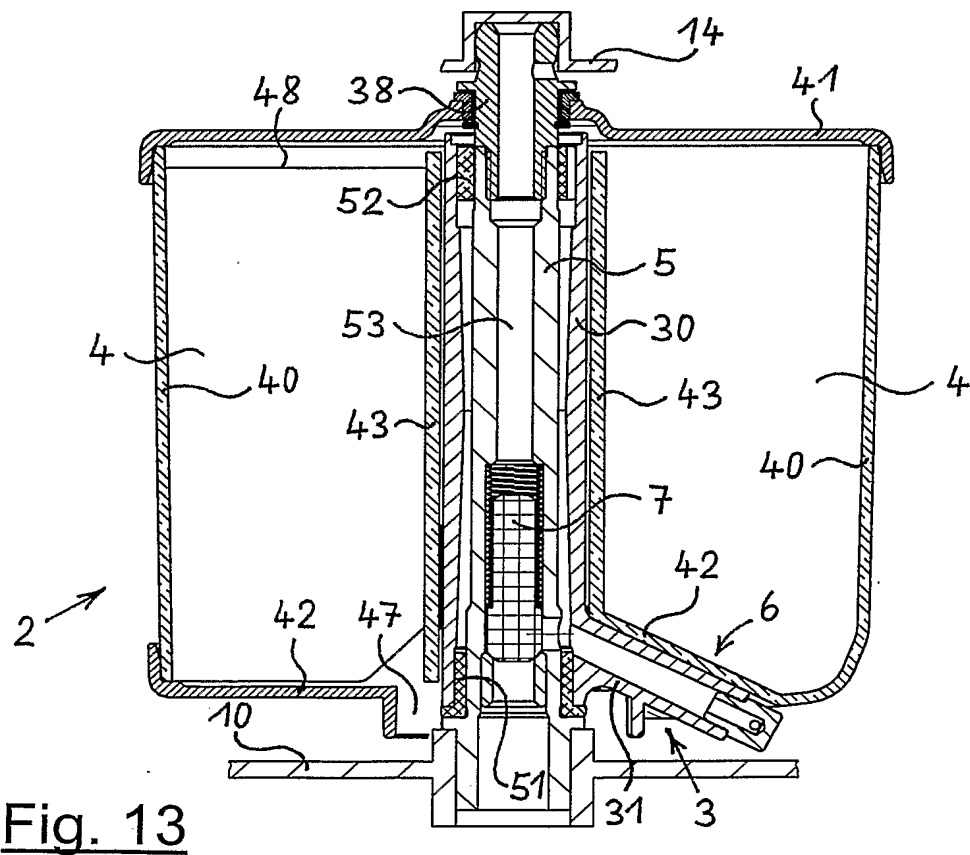
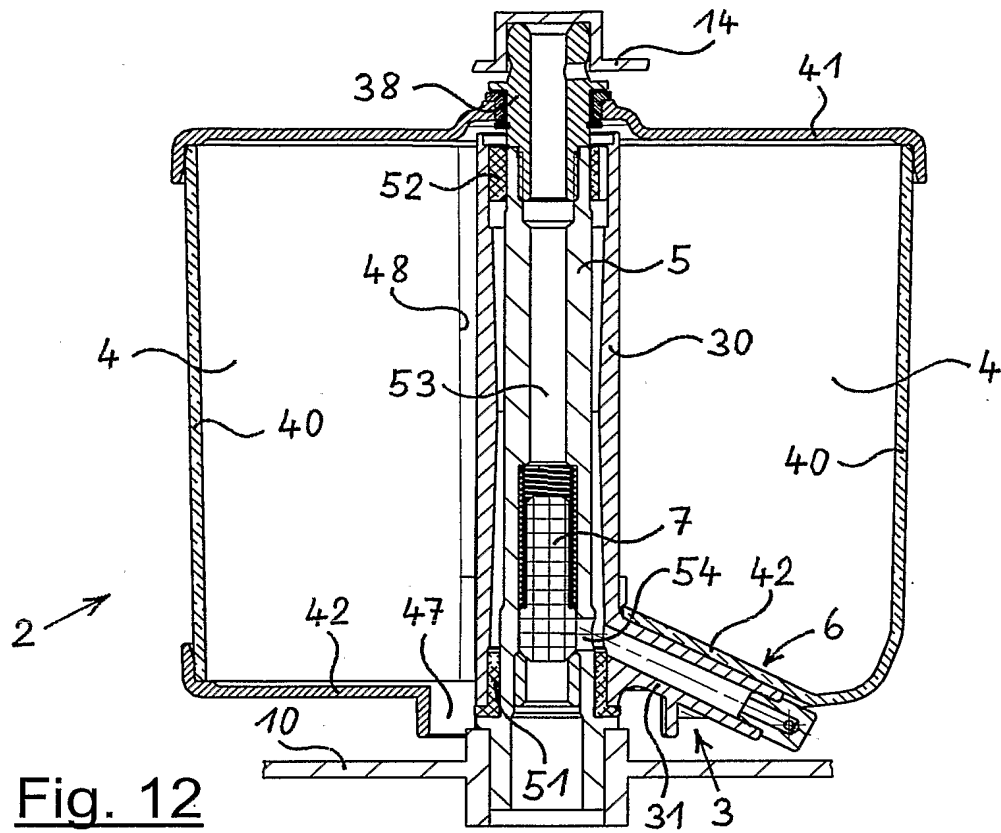


Fig. 10



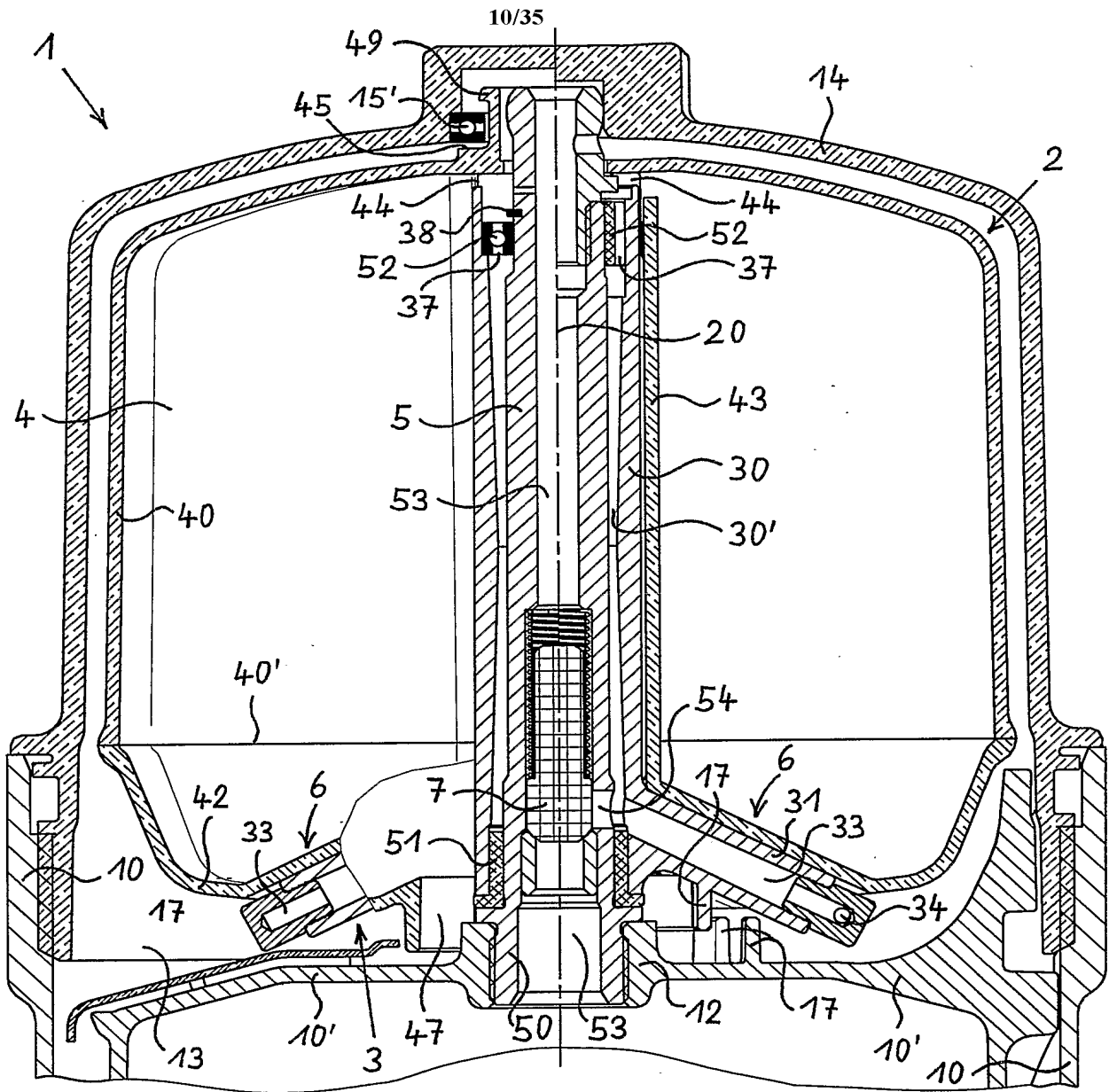


Fig. 14

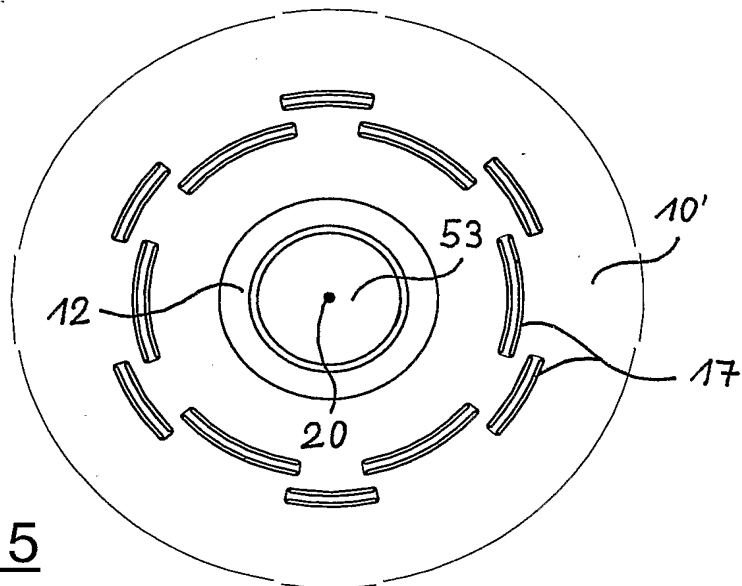


Fig. 15

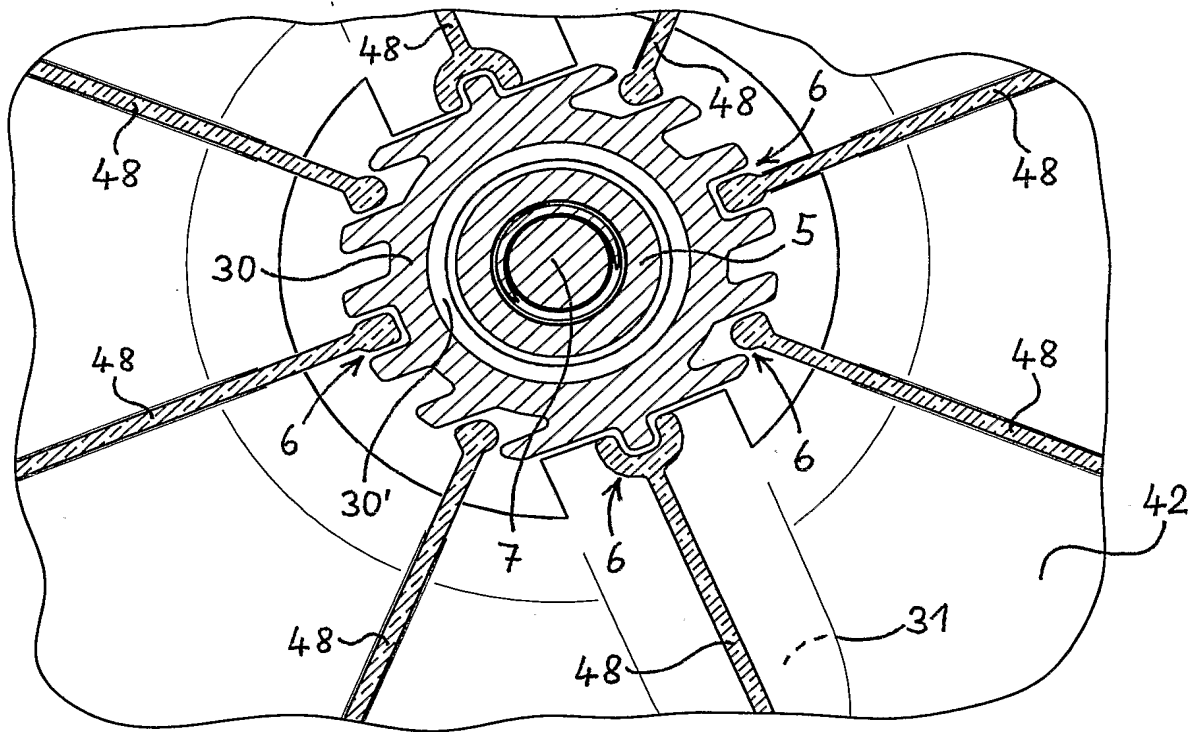


Fig. 16

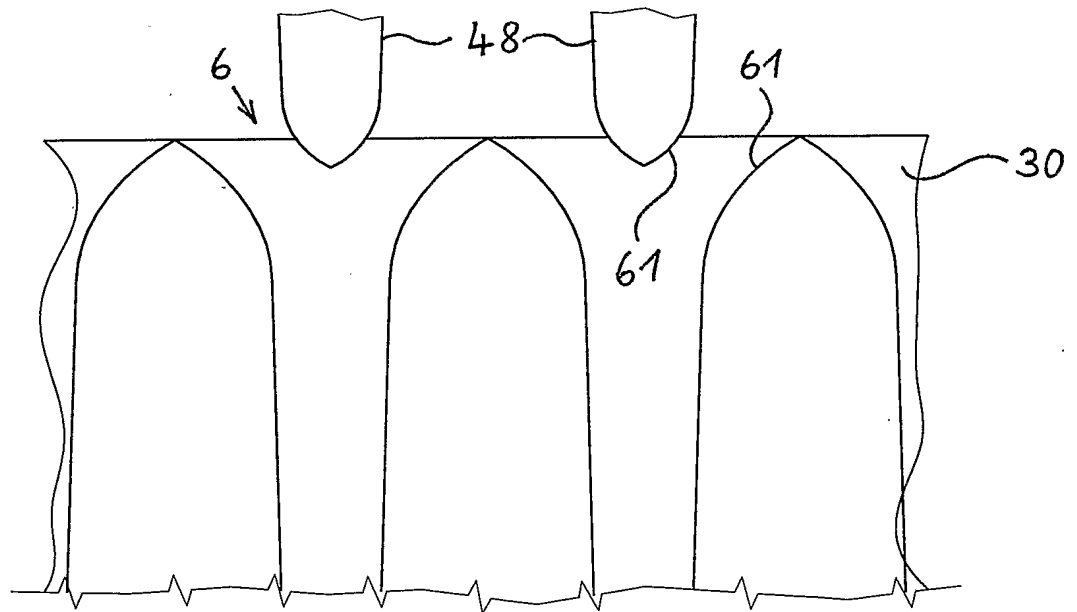
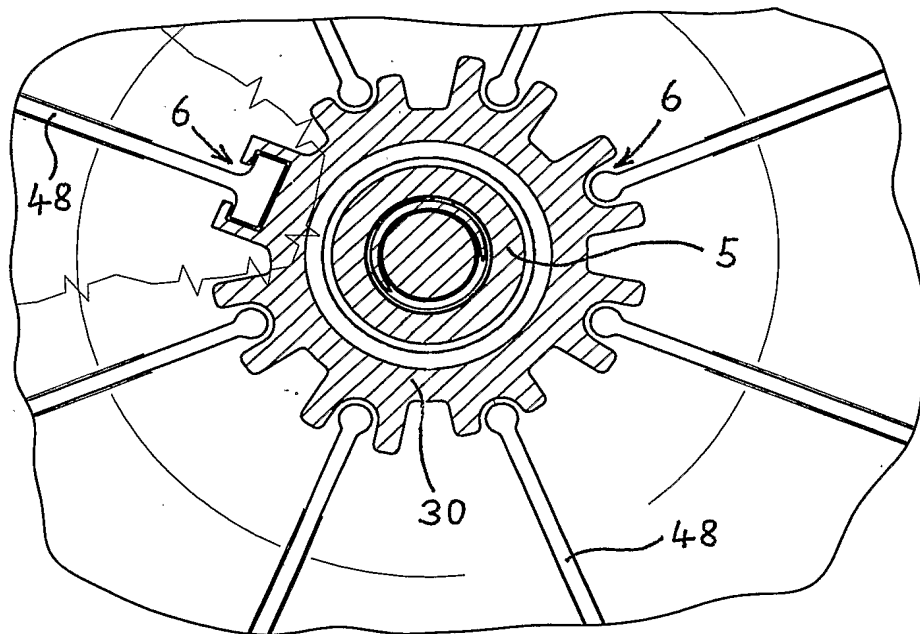
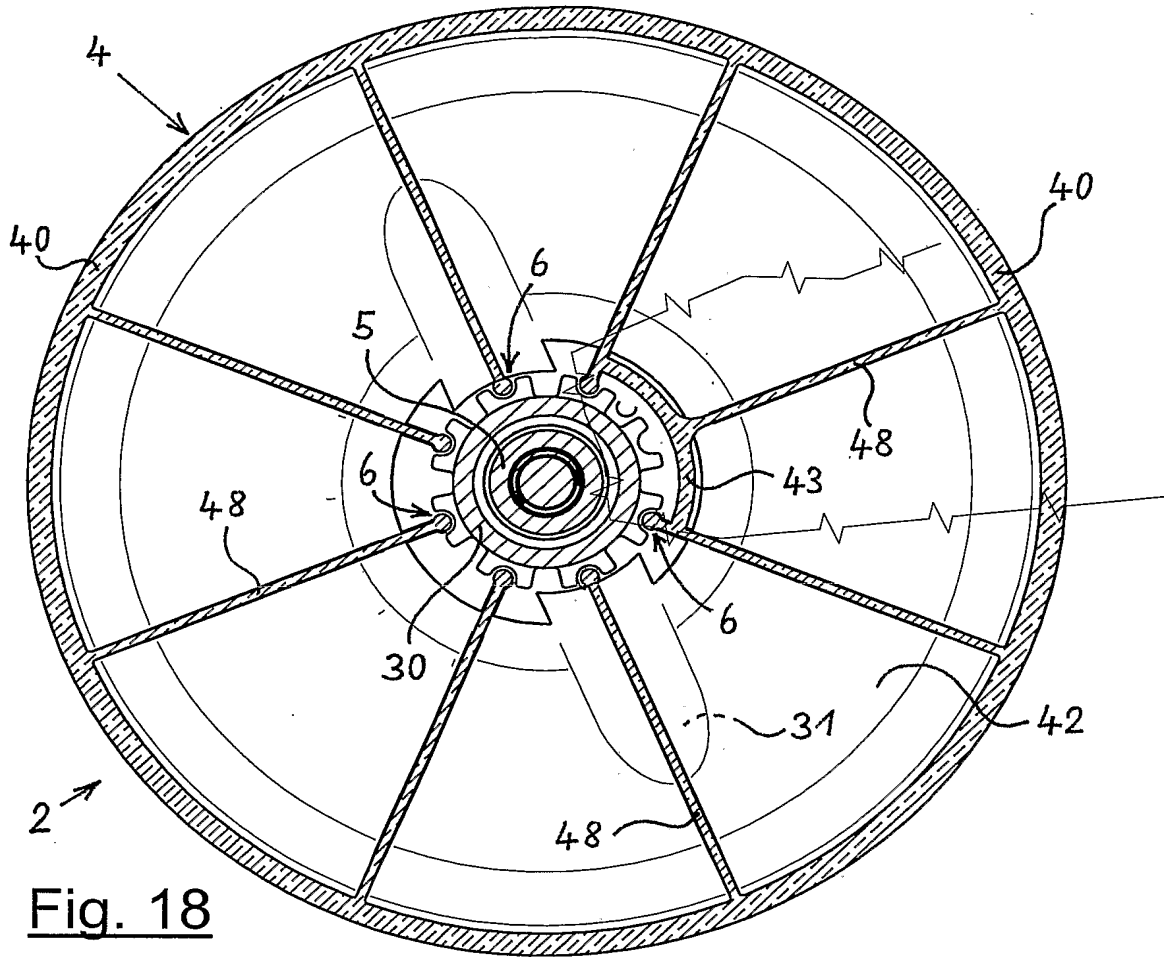


Fig. 17



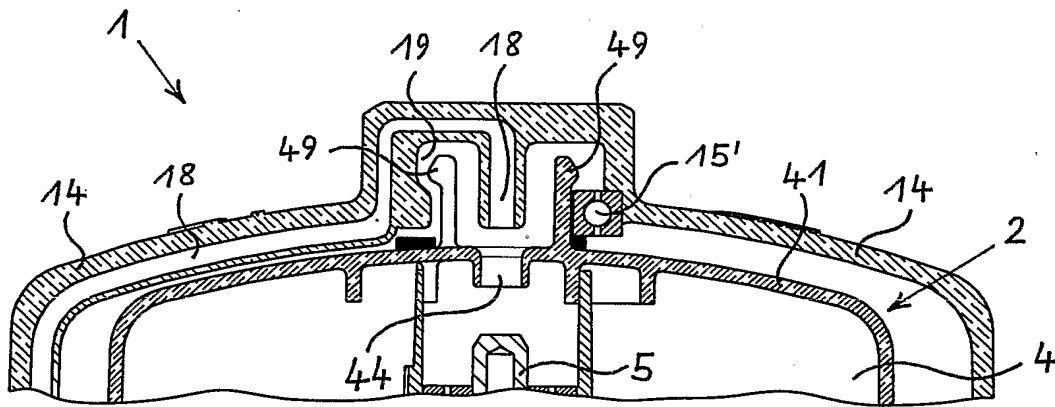


Fig. 20

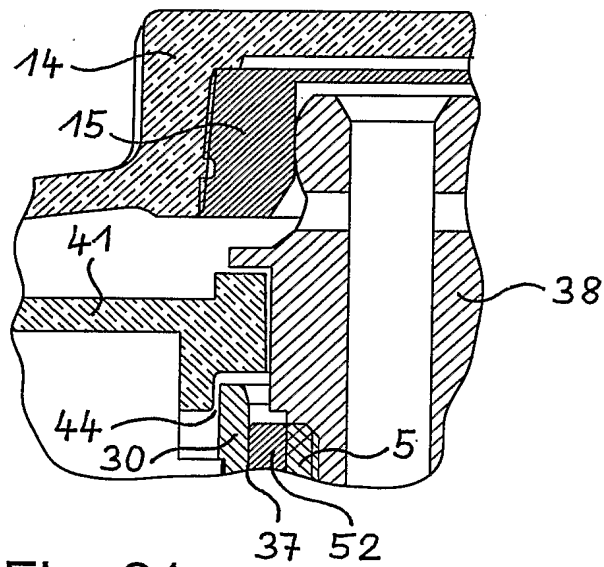


Fig. 21

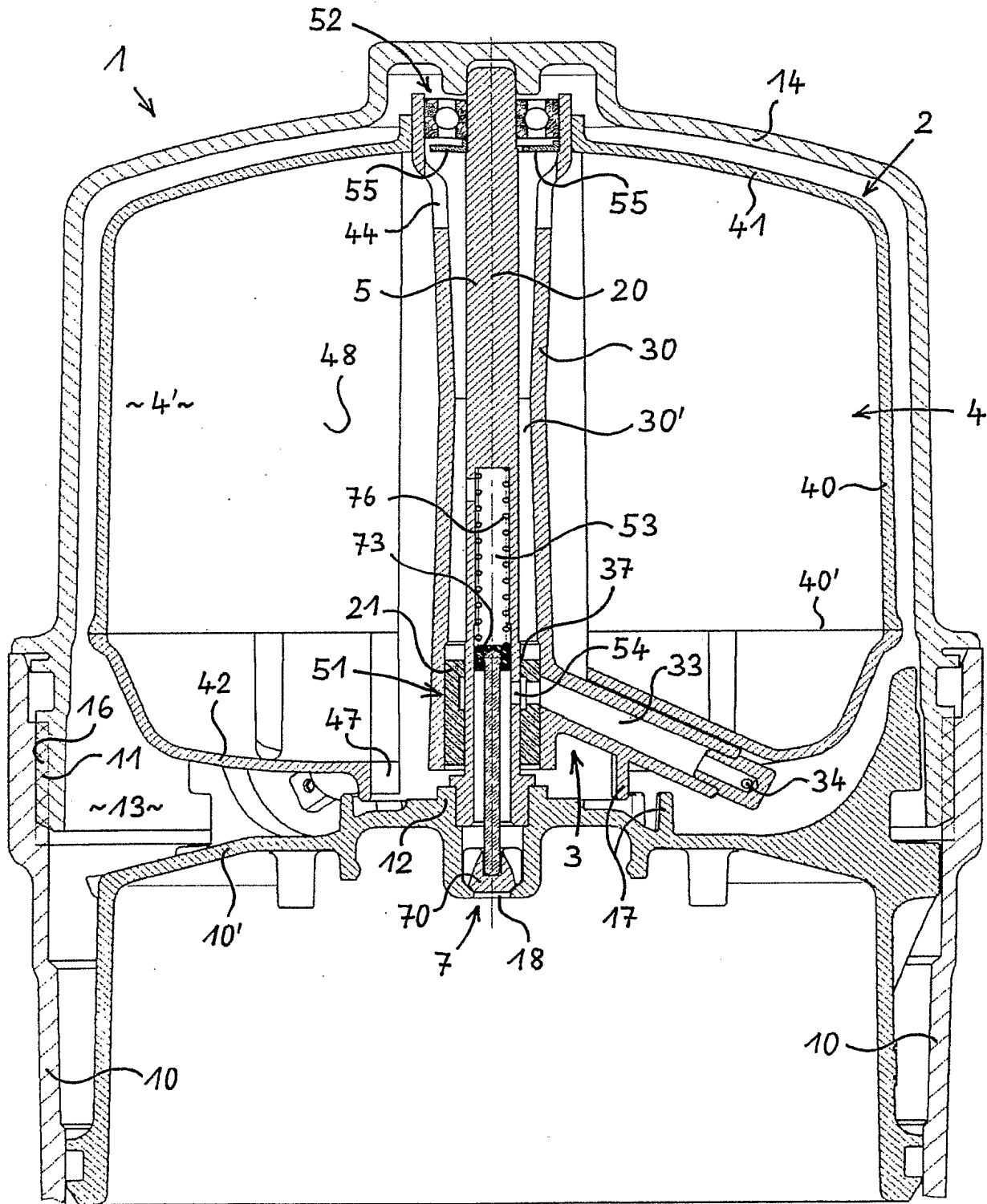


Fig. 22

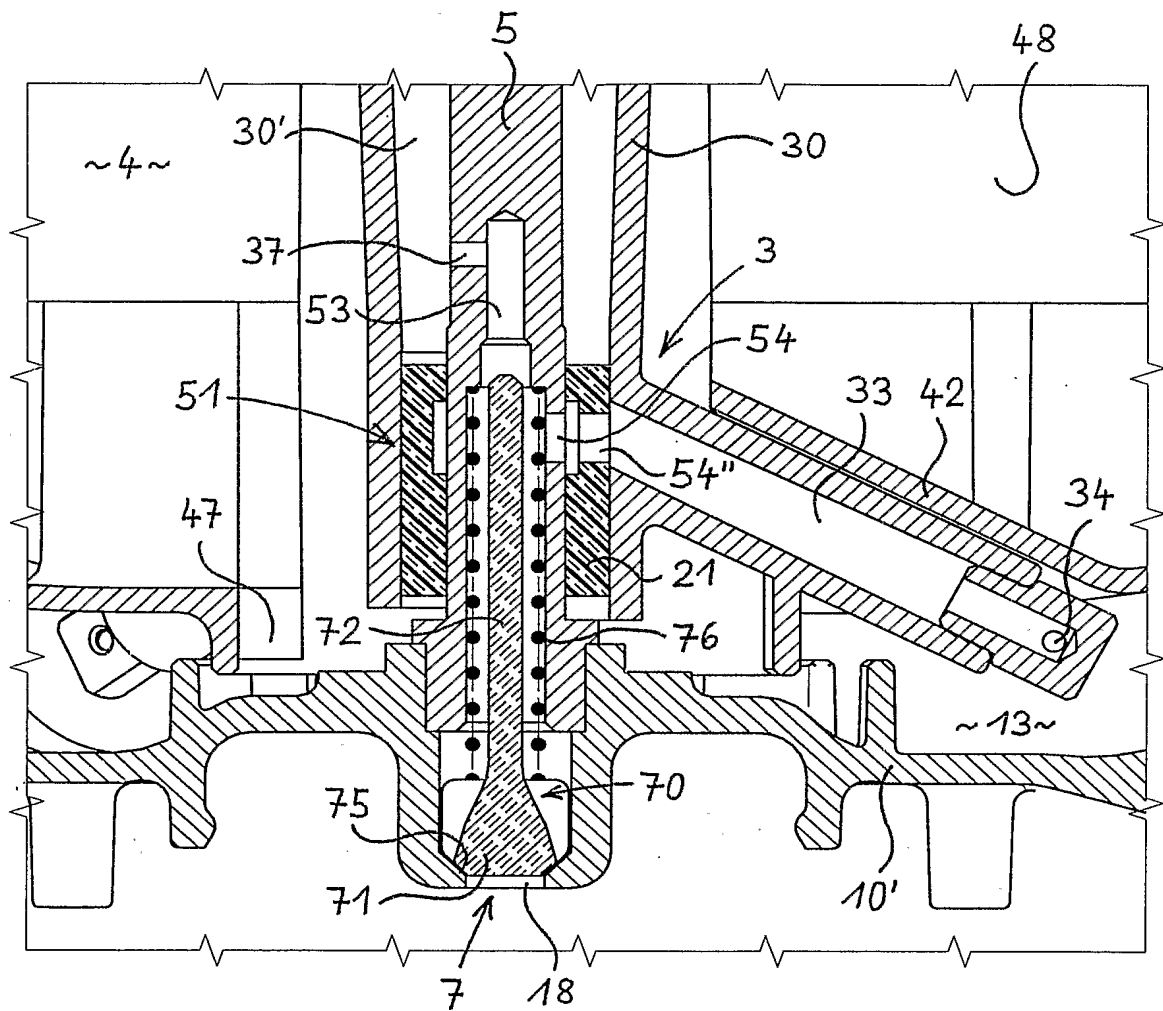


Fig. 23

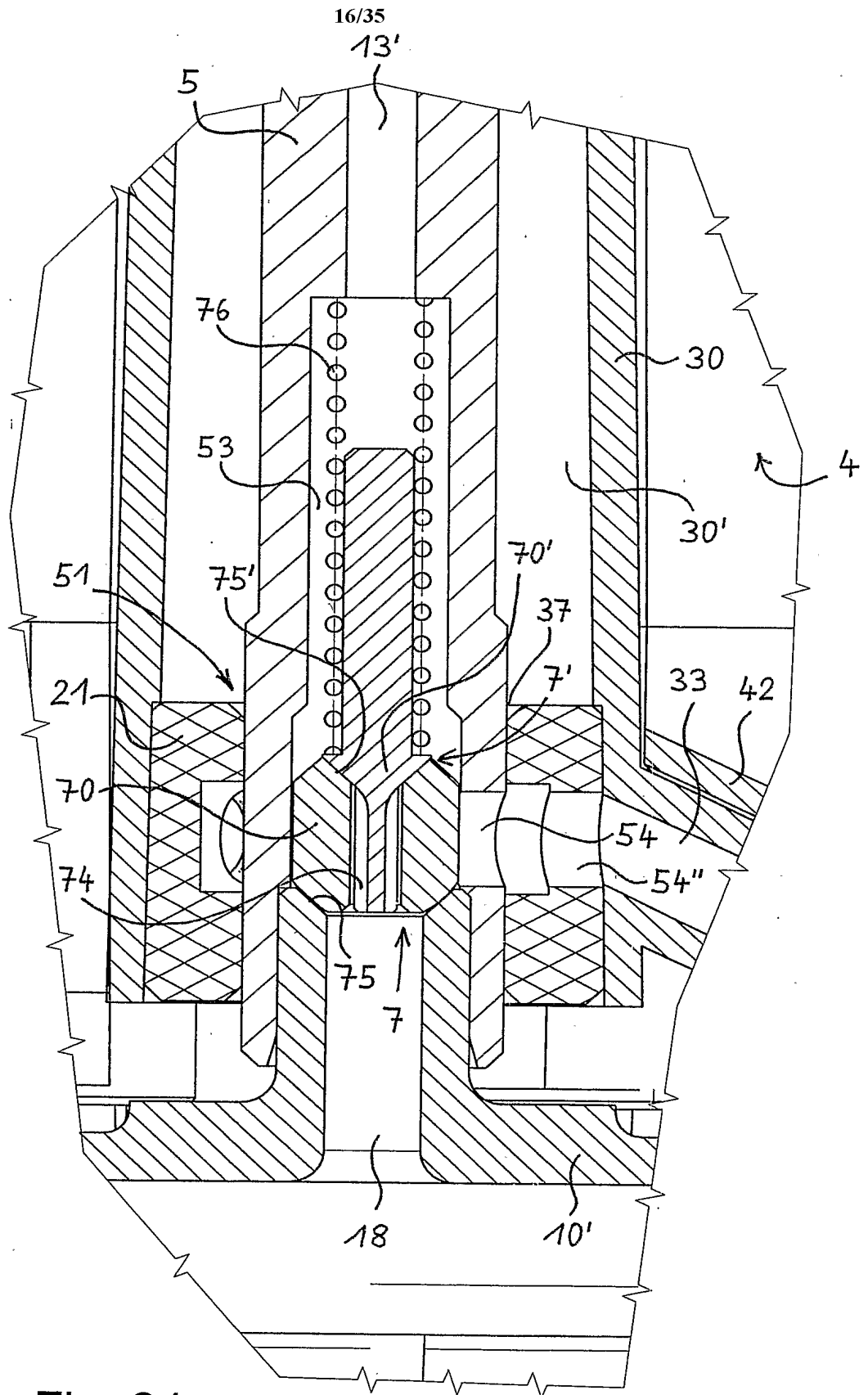


Fig. 24

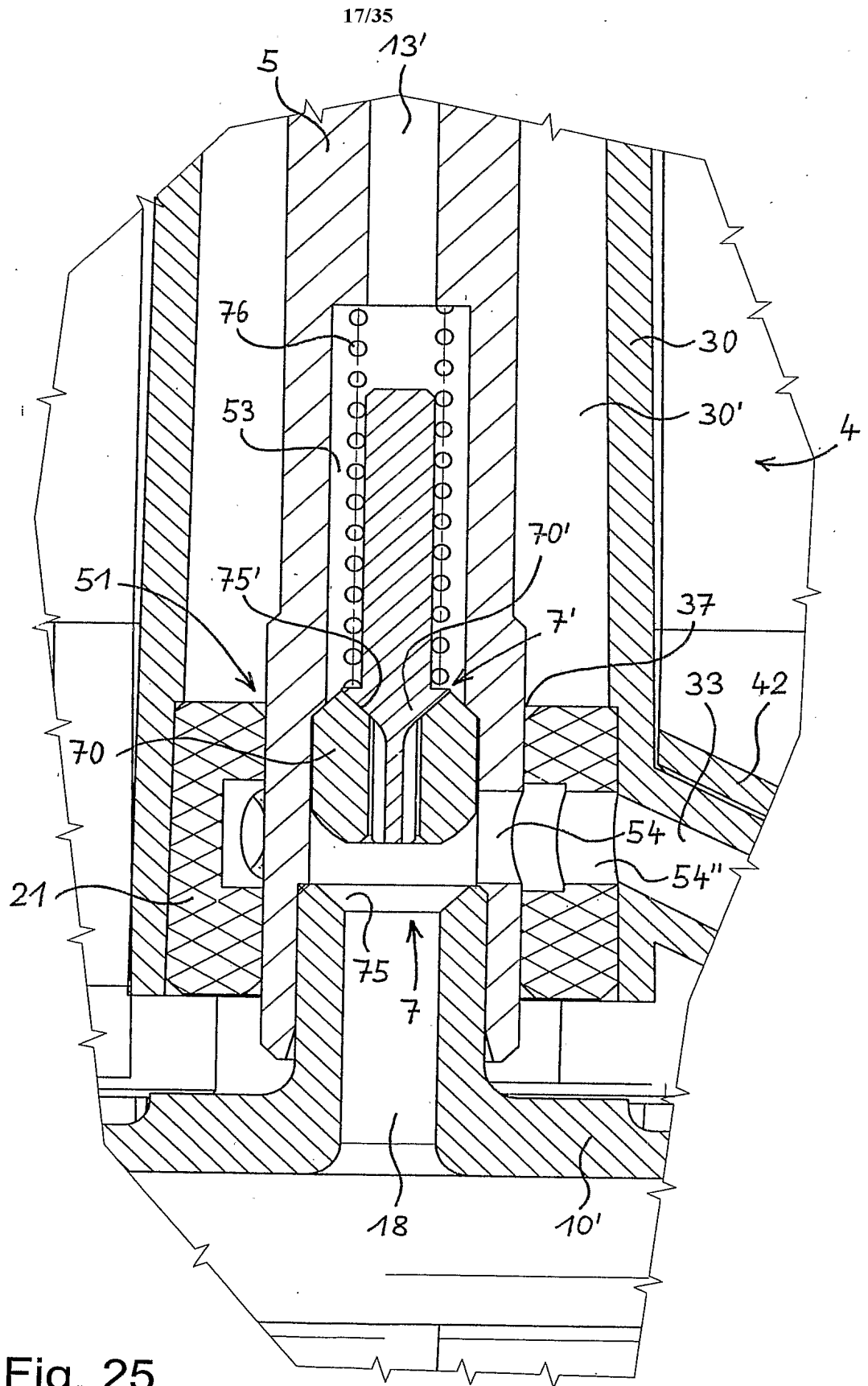


Fig. 25

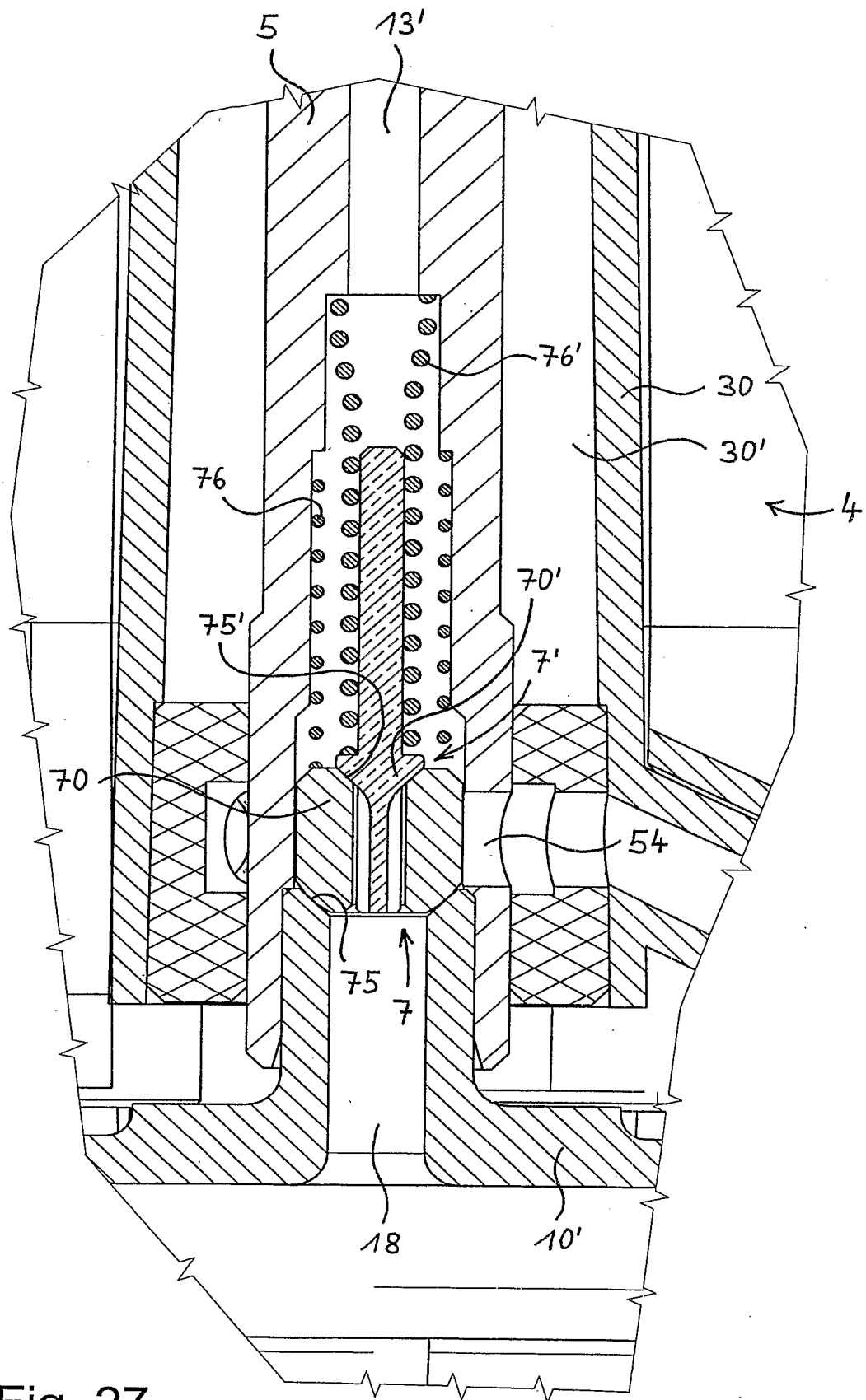


Fig. 27

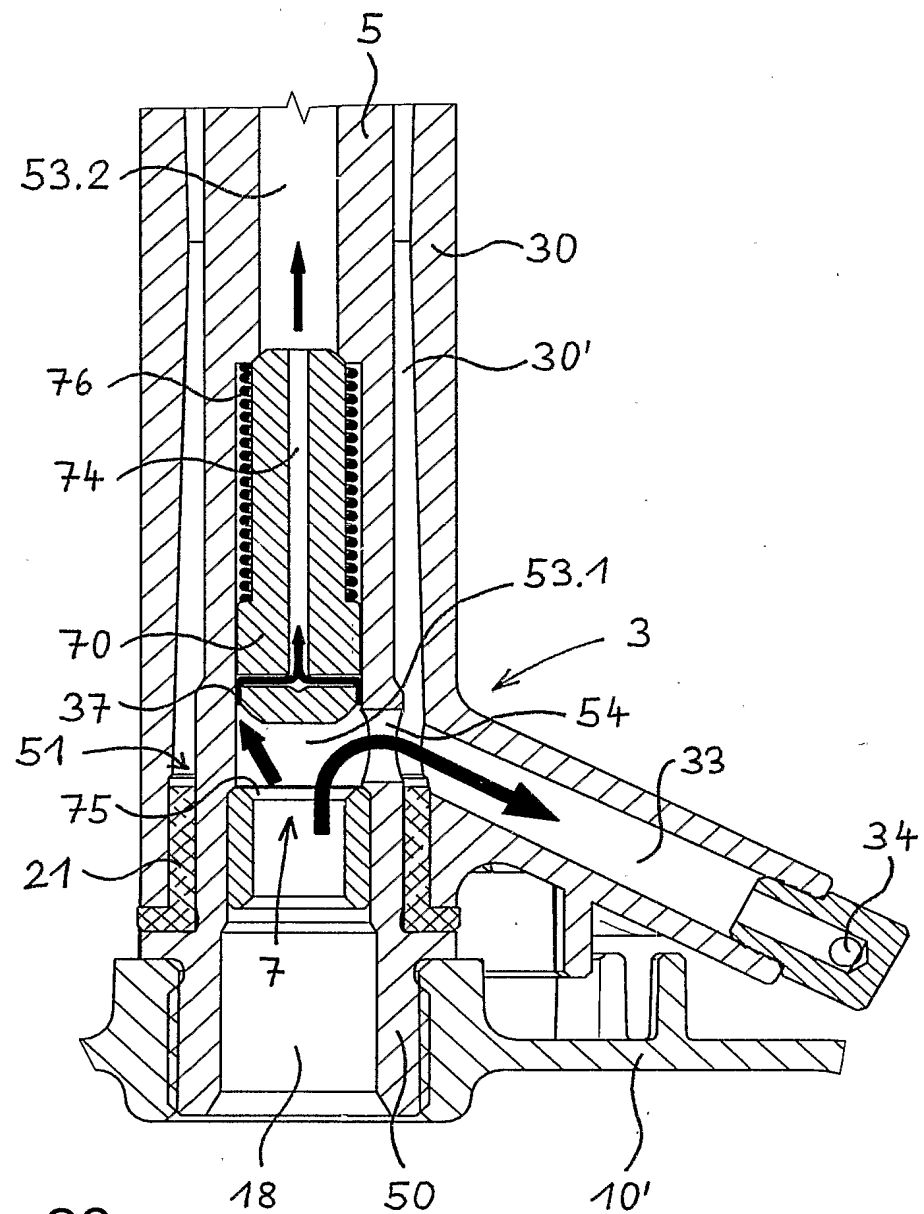


Fig. 28

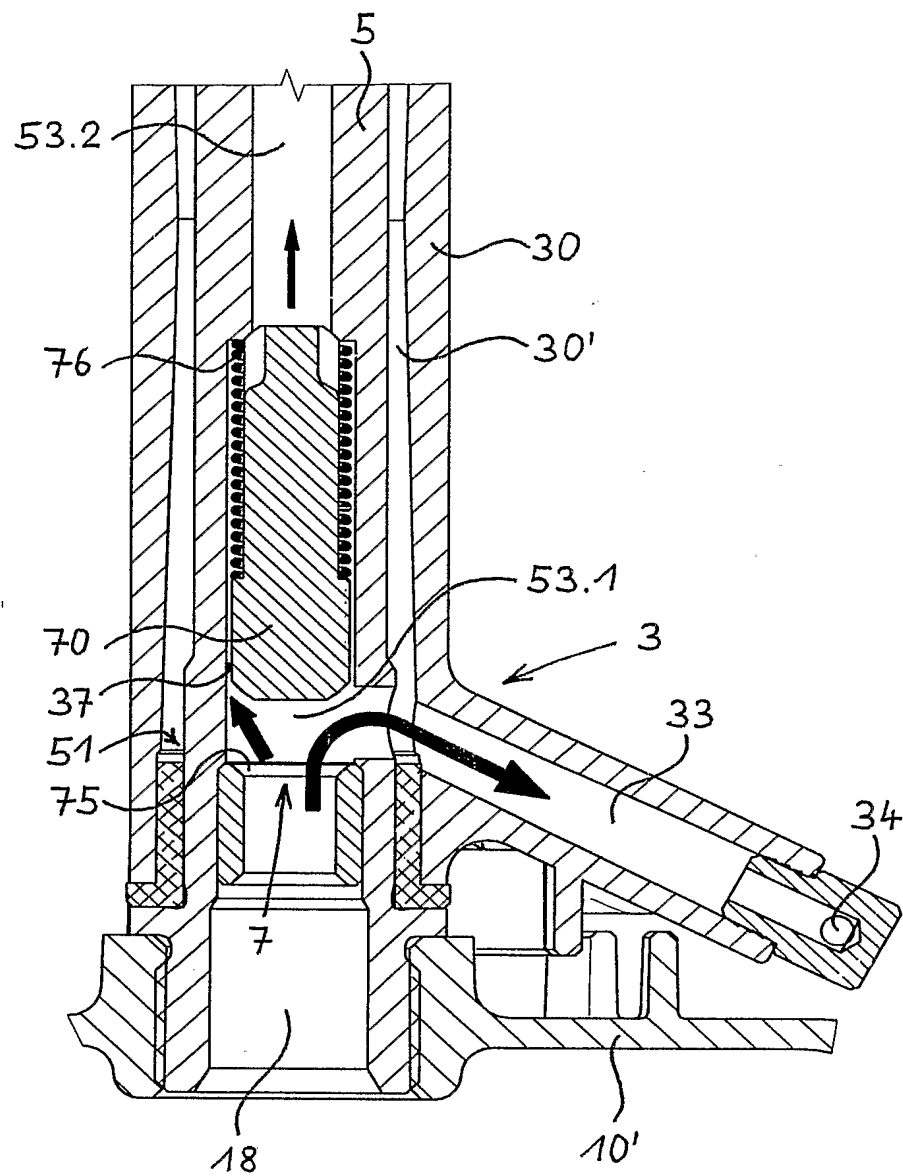


Fig. 29

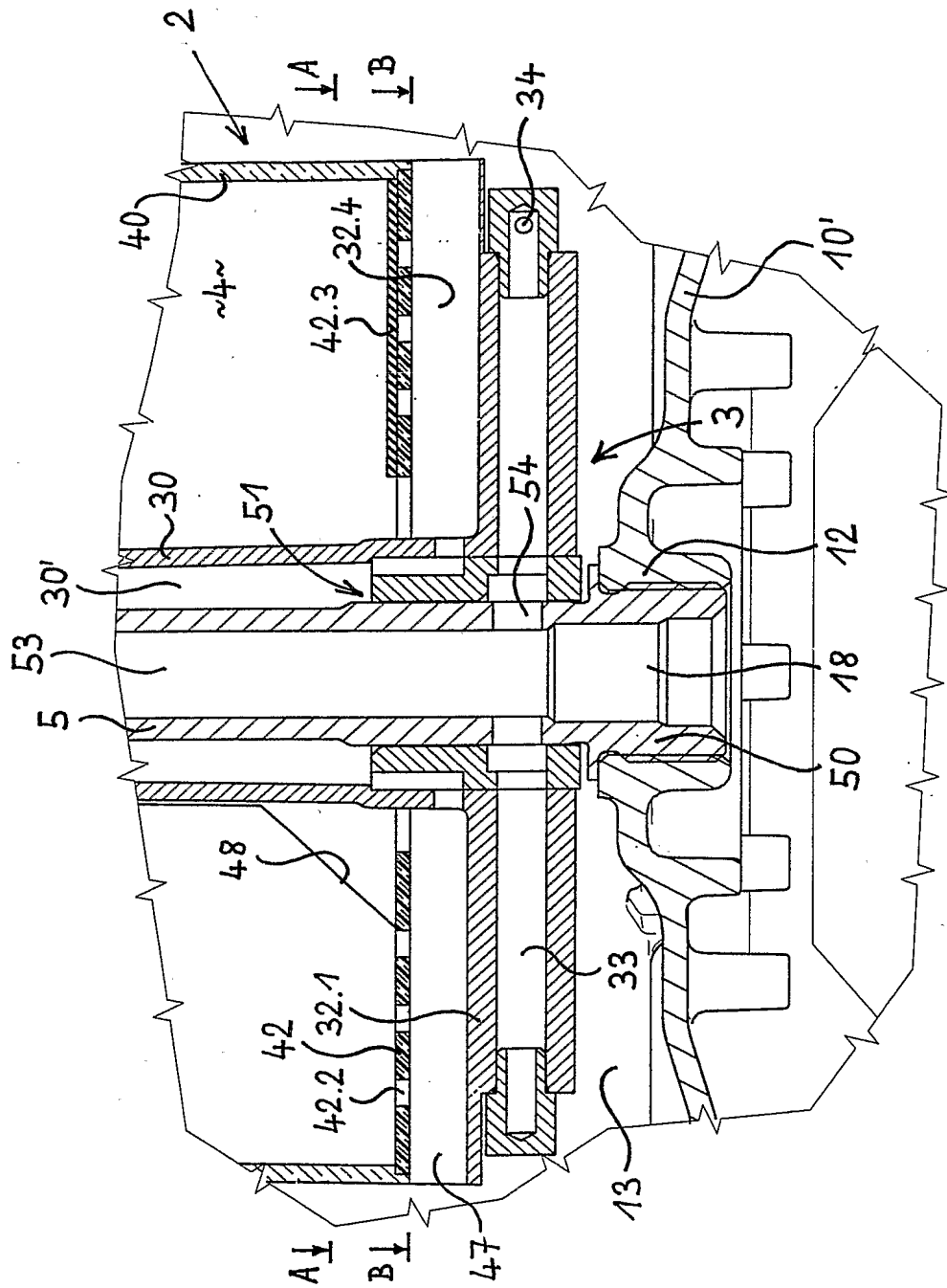


Fig. 30

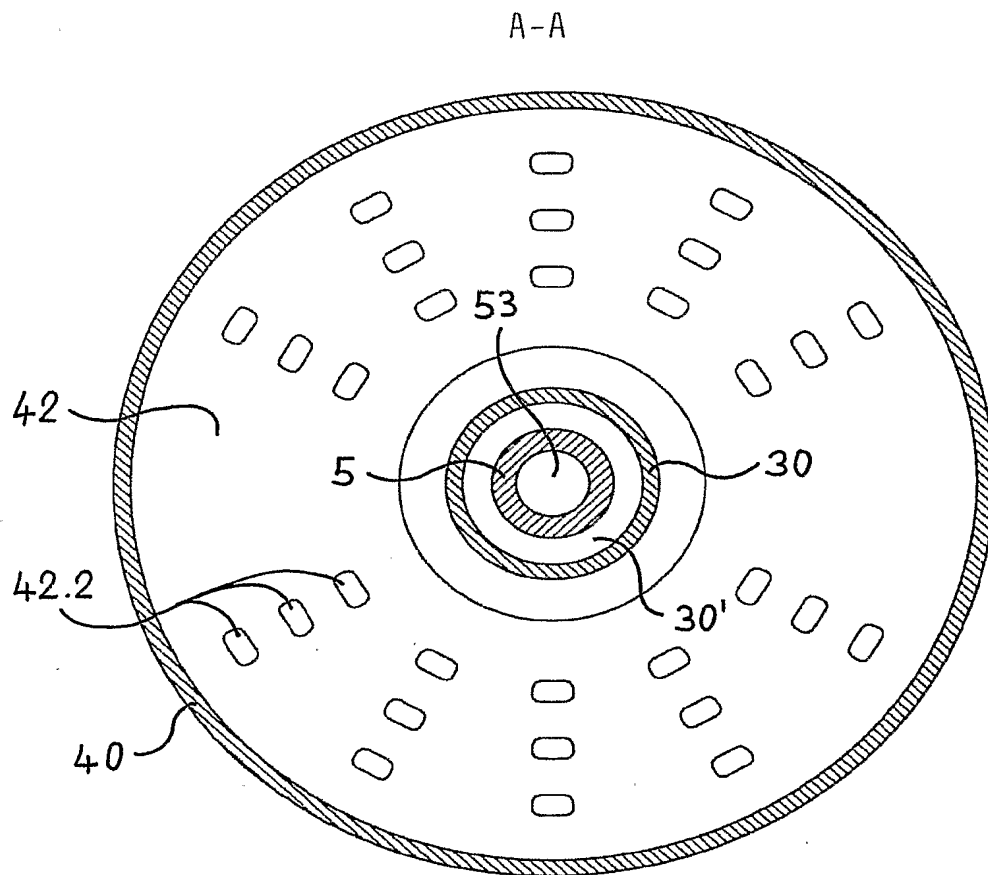


Fig. 31a

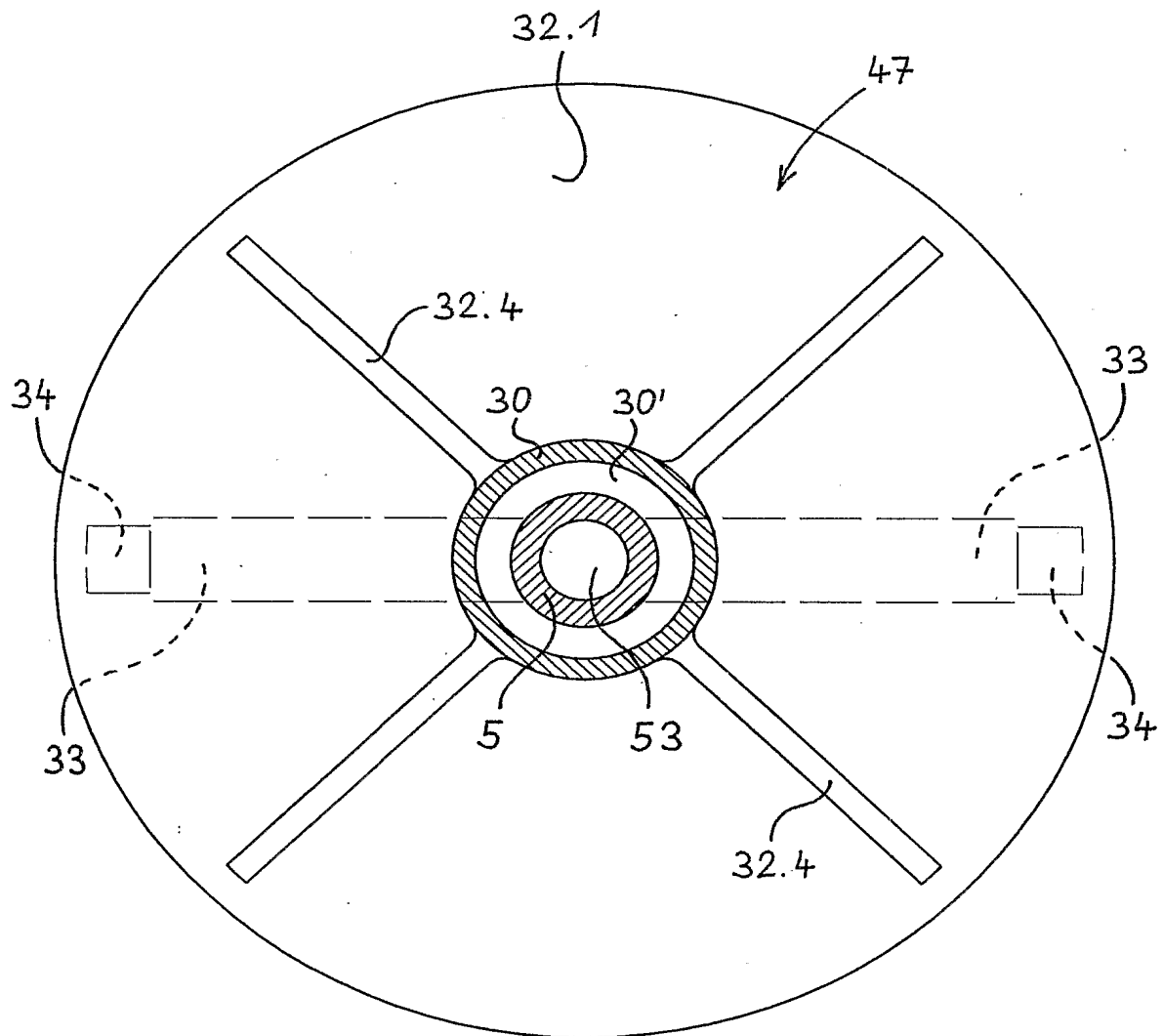


Fig. 31b

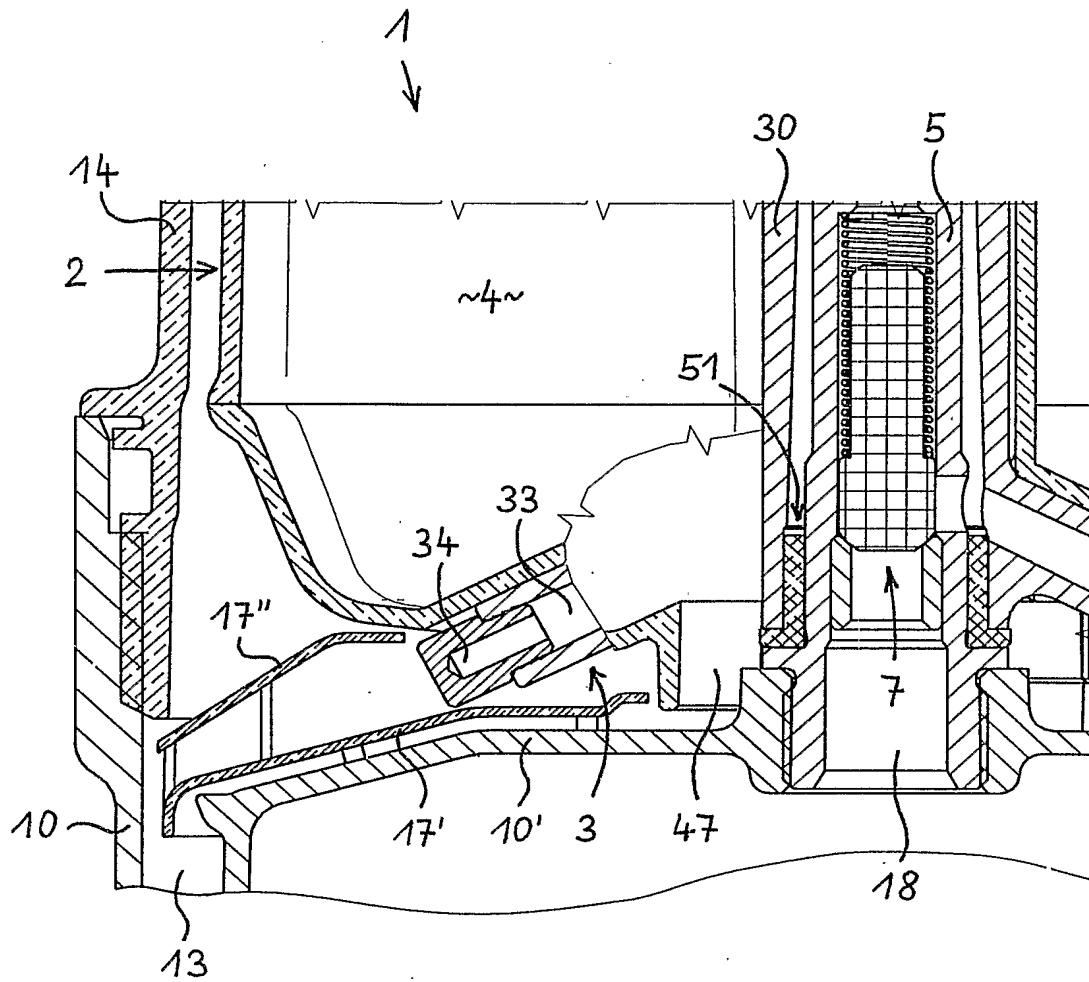


Fig. 32

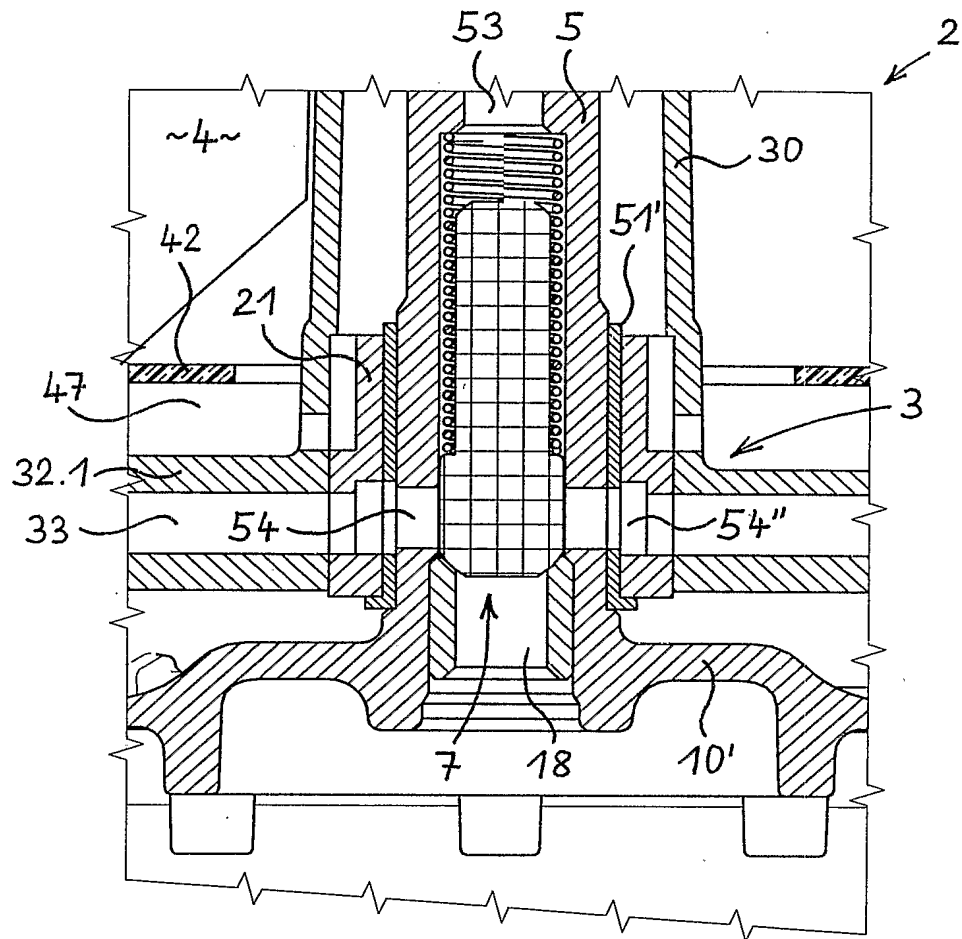


Fig. 33

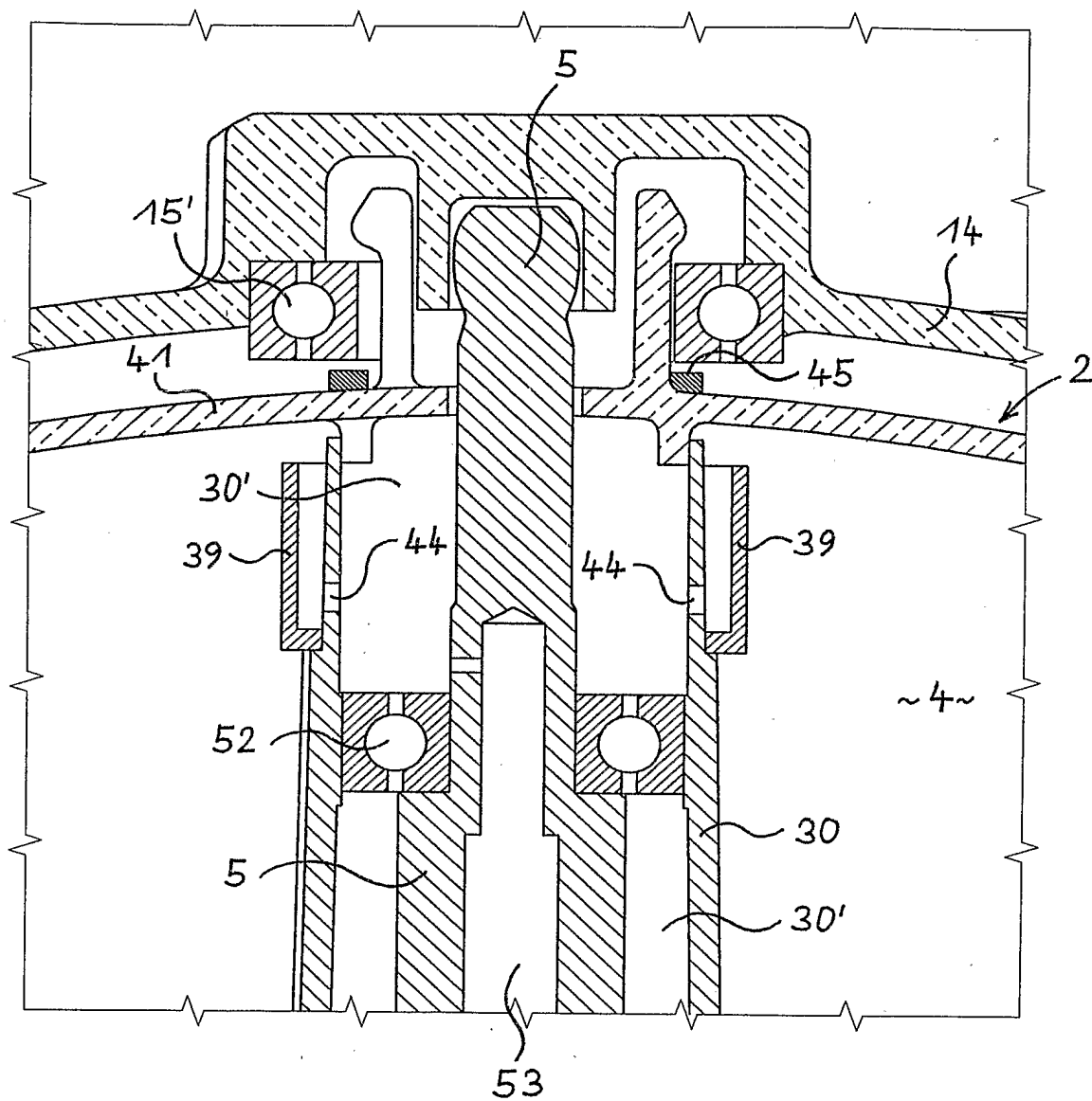


Fig. 34

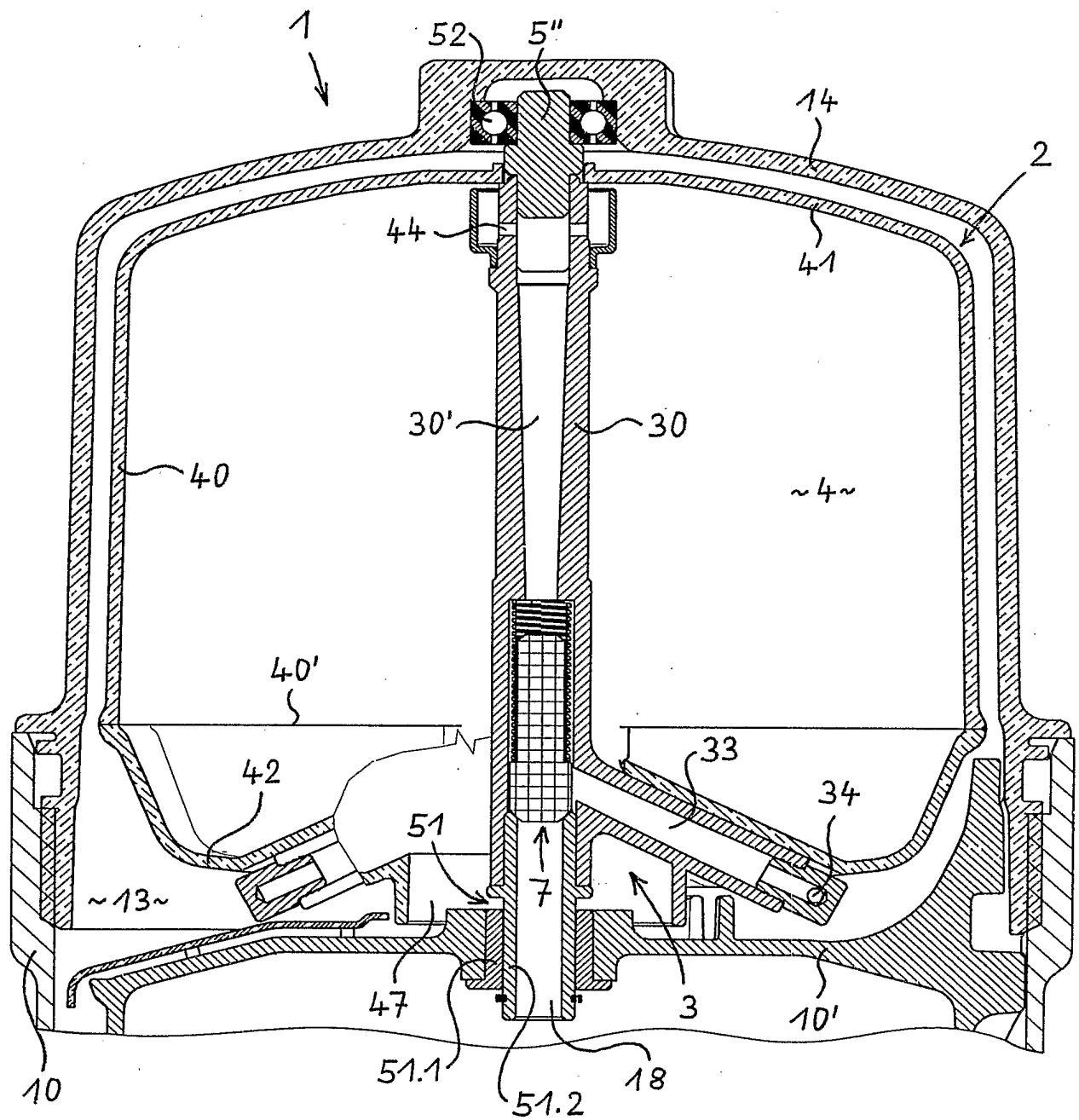


Fig. 35

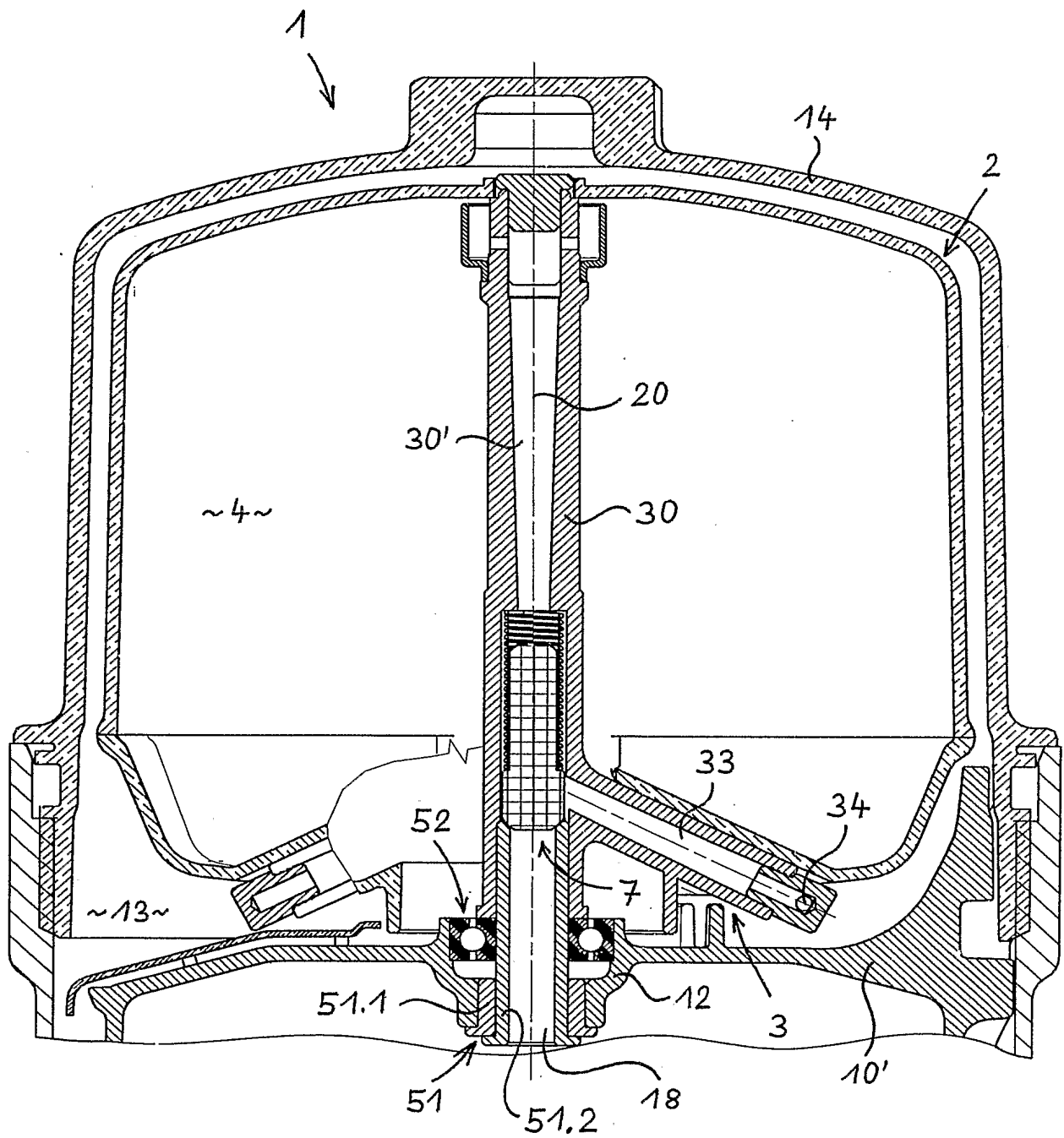


Fig. 36

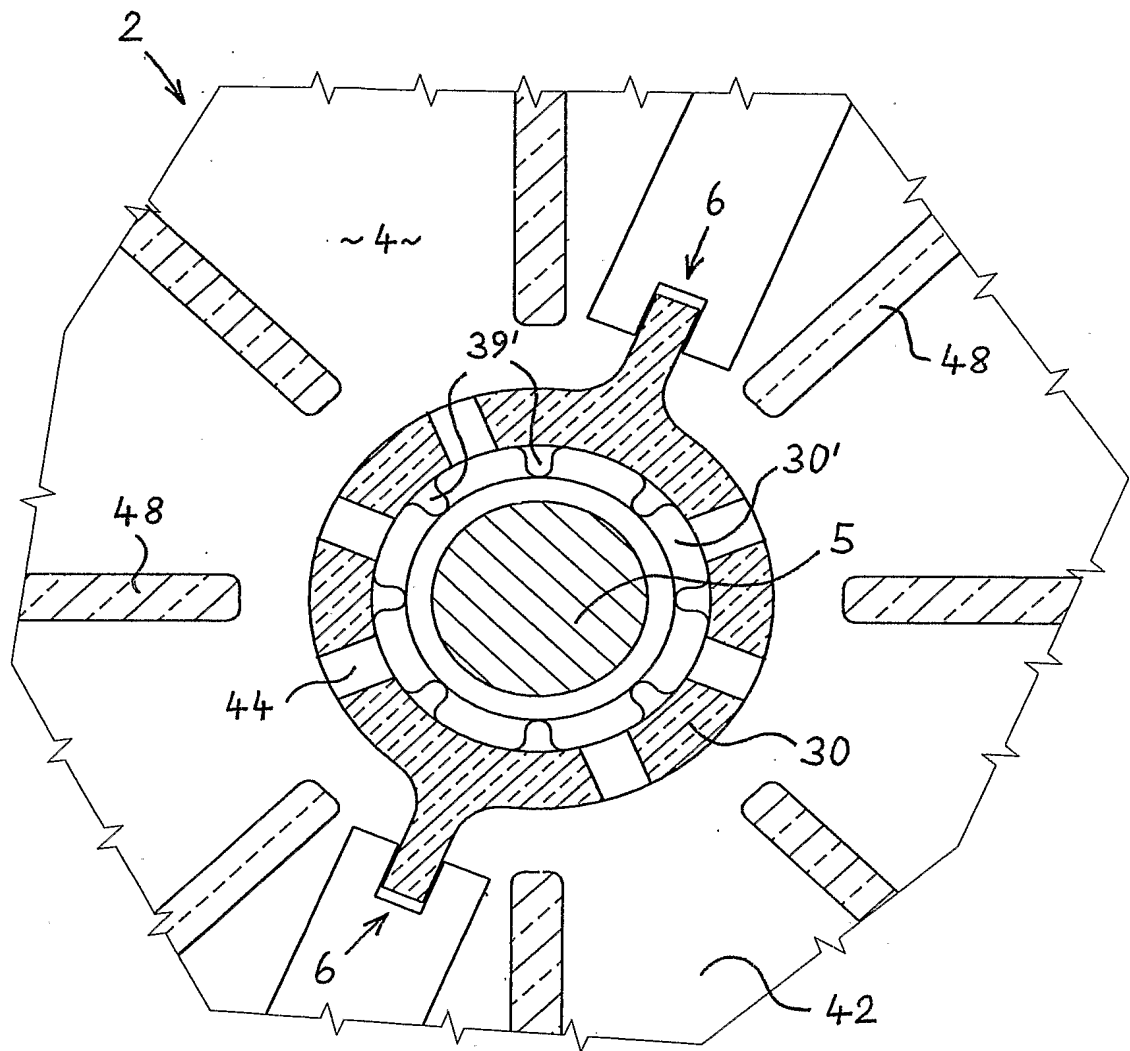


Fig. 37

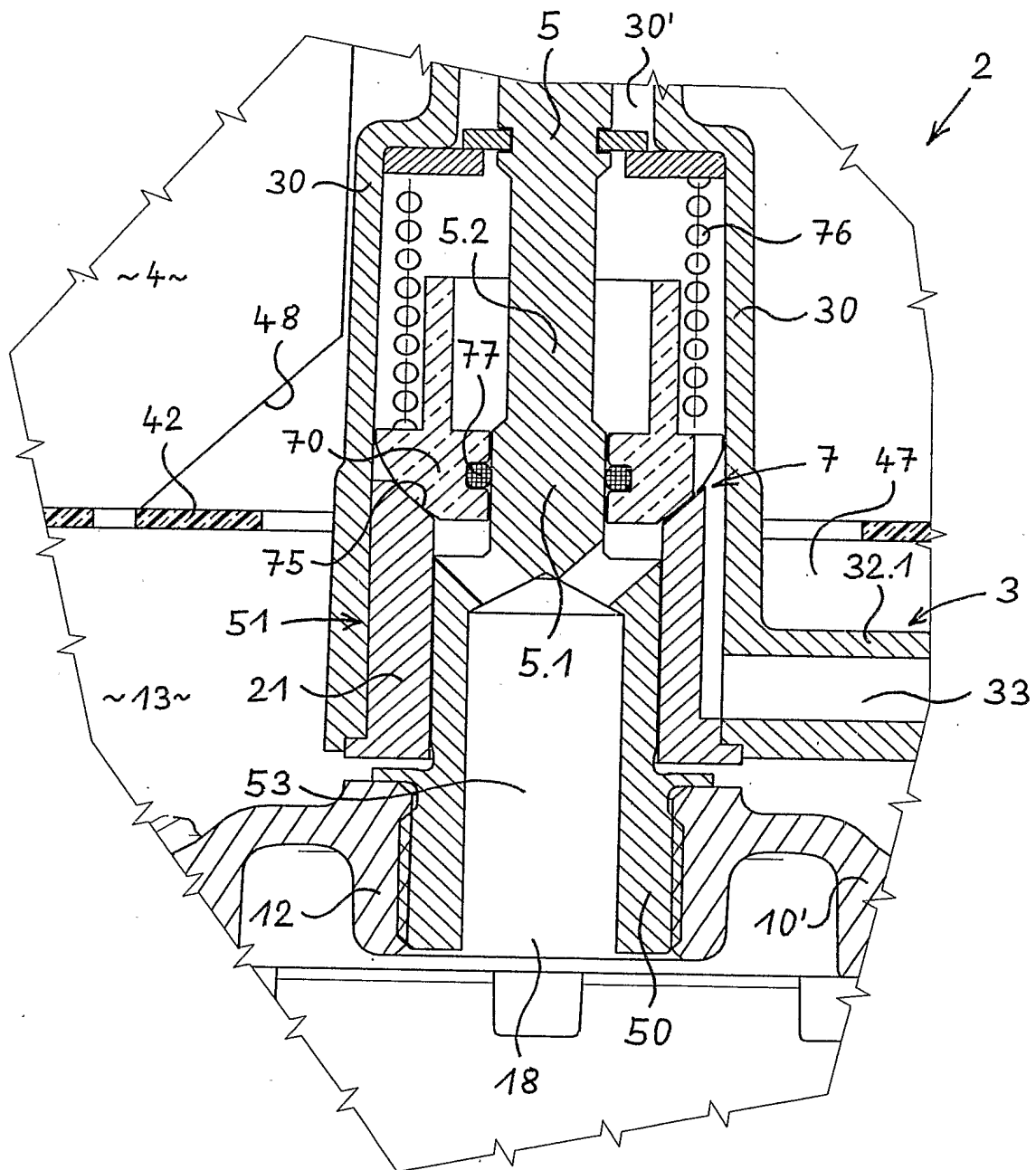


Fig. 38a

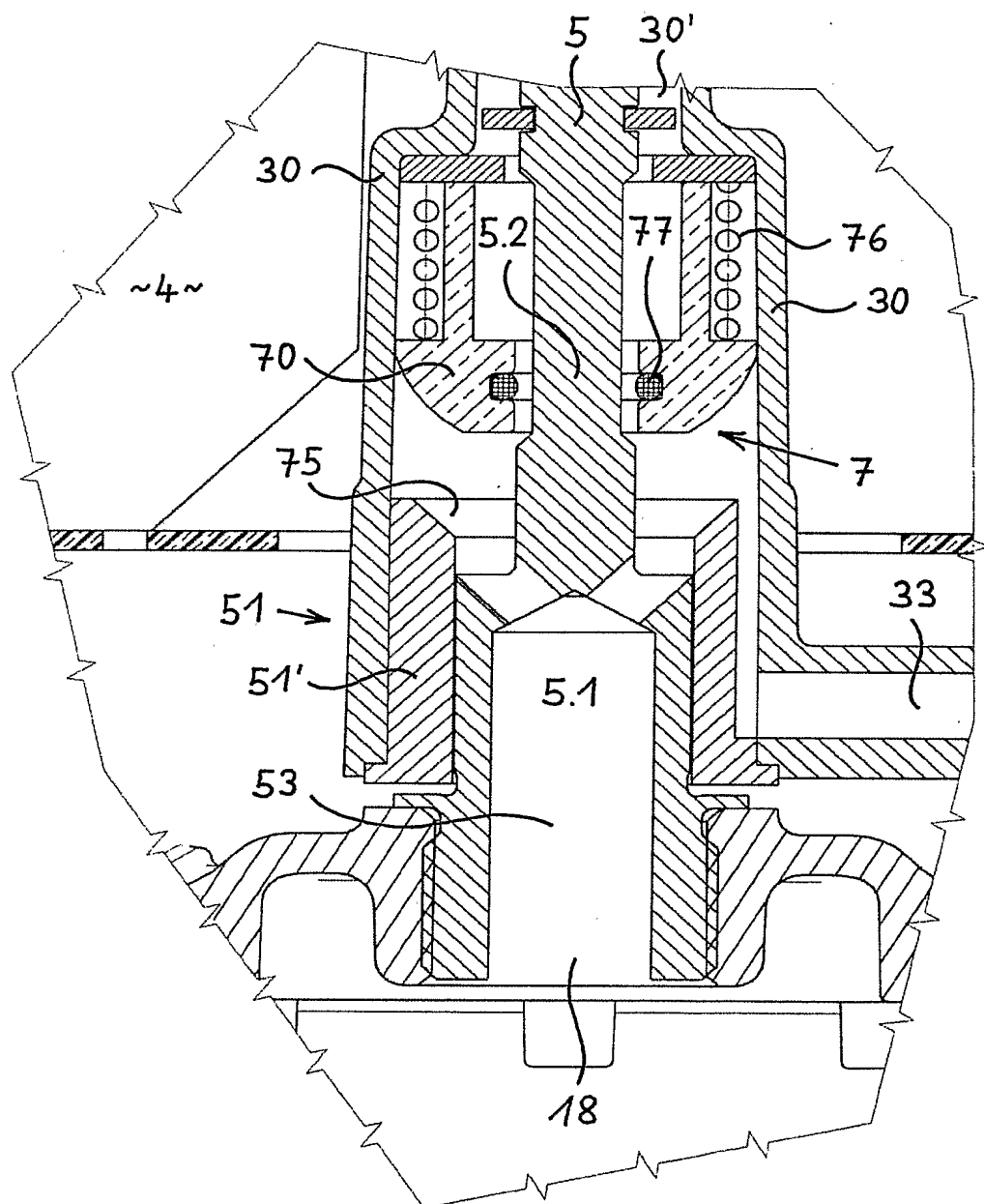


Fig. 38b

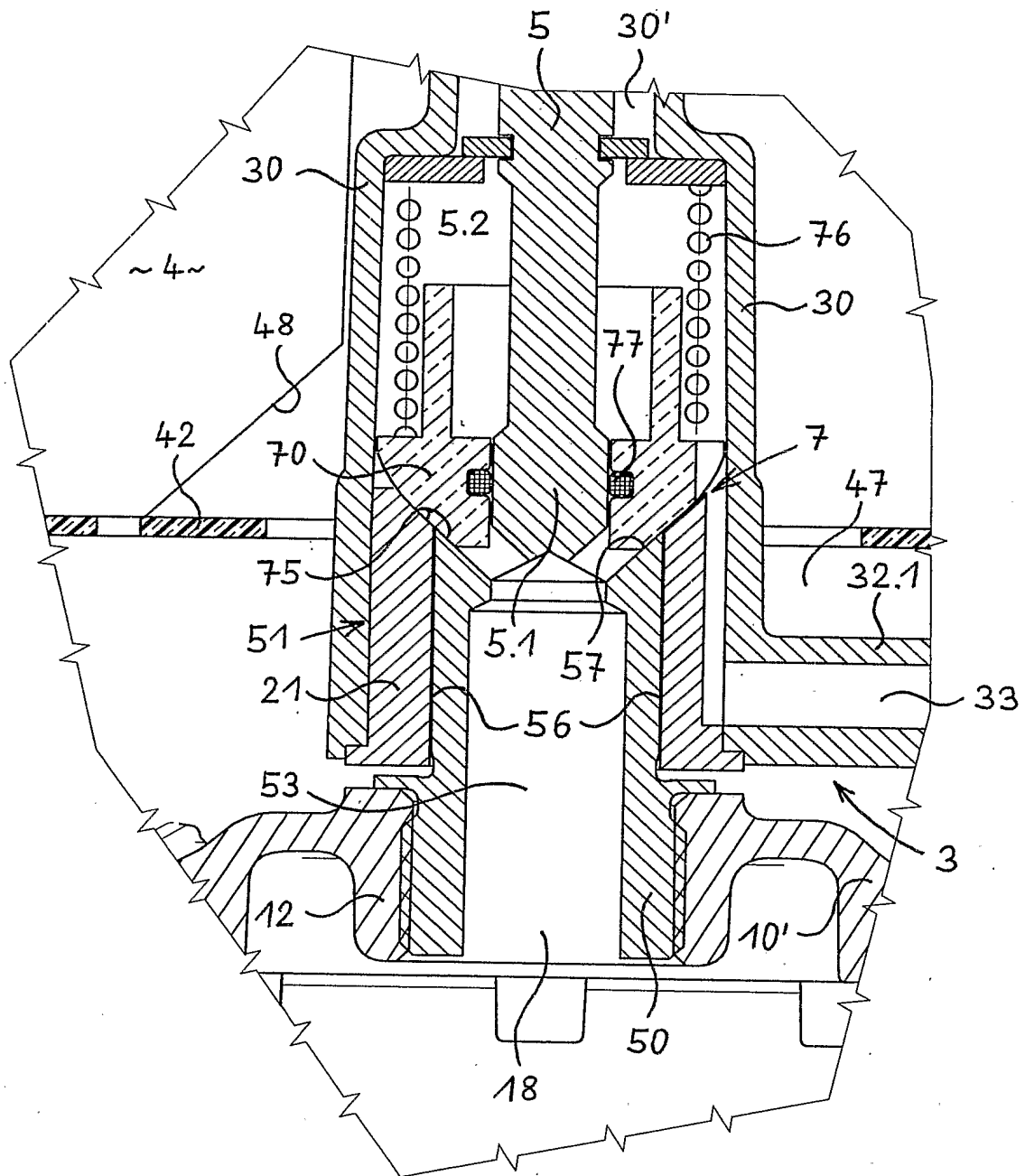


Fig. 39

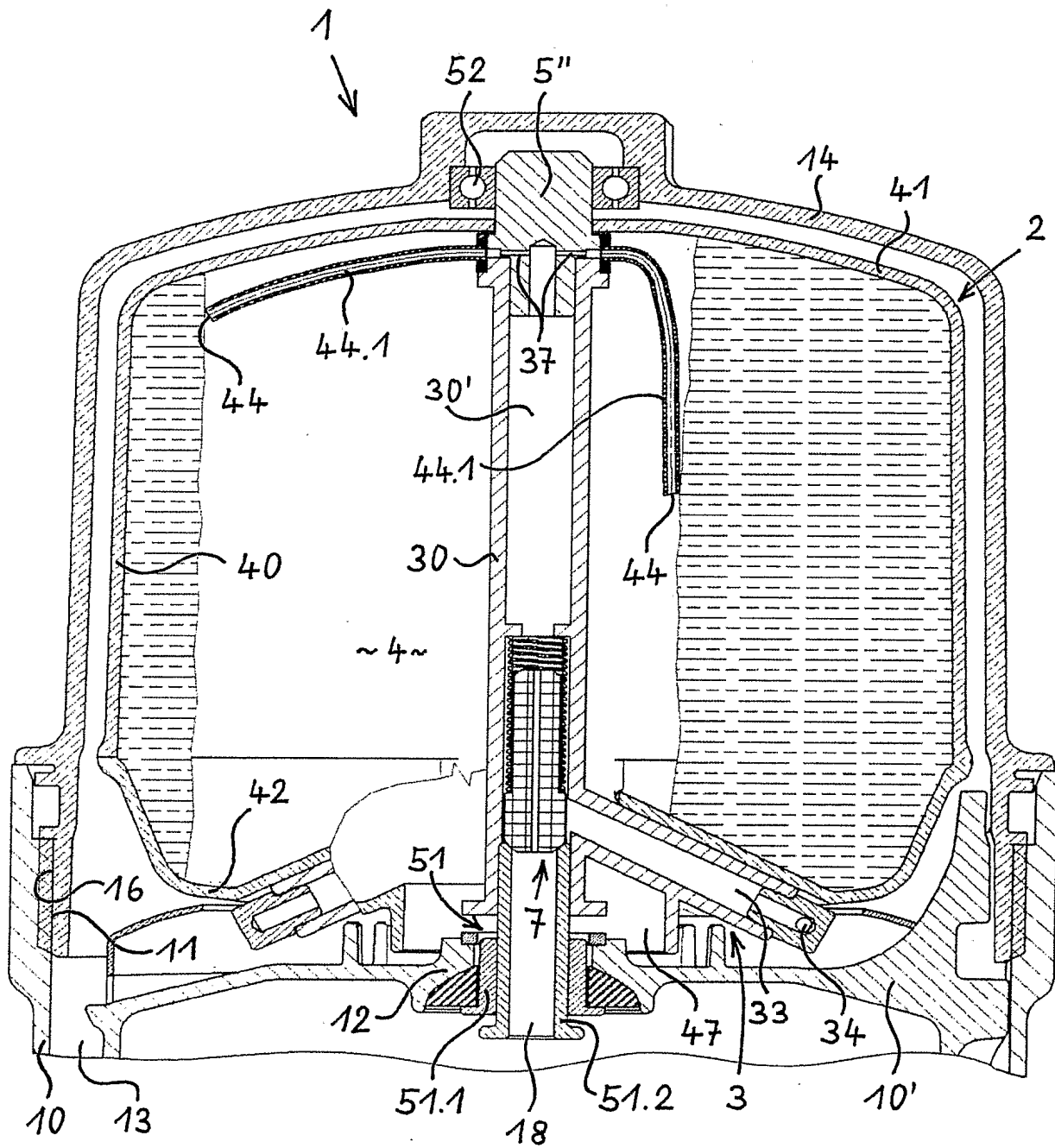


Fig. 40

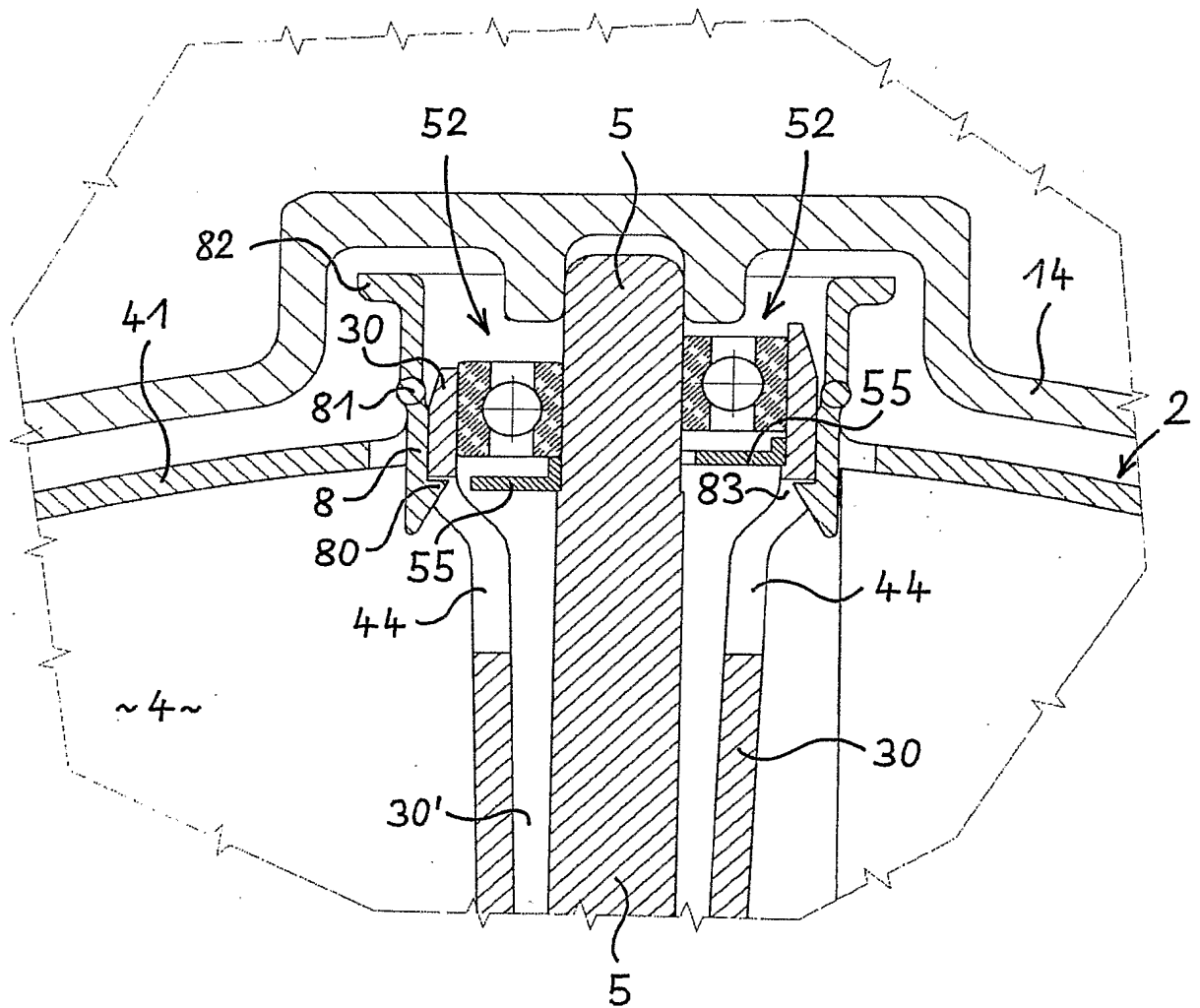


Fig. 41

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/002783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B04B5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B04B F01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	DE 10 2004 005920 A1 (FLEETGUARD, INC) 19 August 2004 (2004-08-19) cited in the application the whole document	1-40, 42-76
A	US 5 906 733 A (THE GLACIER METAL COMPANY LIMITED; PURVEY, RONALD, JAMES) 8 August 1996 (1996-08-08) column 4, line 50 - column 6, line 56 column 7, line 66 - column 9, line 5; figures 2,3	1-3,6, 8-10,13, 14,20, 22, 24-27, 29,31, 32,35, 37,38, 41,49, 60,62
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 July 2005

Date of mailing of the international search report

29/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Strodel, K-H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2005/002783

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 22 05 089 A1 (THE GLACIER METAL CO. LTD) 24 August 1972 (1972-08-24) pages 4-6; claims 1-8; figures 1-3	1-3, 6, 9, 11, 13, 14, 20, 22, 24-29, 31, 37, 41, 49, 60
A	US 3 784 092 A (GIBSON R, GB) 8 January 1974 (1974-01-08) the whole document	1-3, 9, 10, 24, 28, 30, 33
A	EP 1 340 547 A (FLEETGUARD, INC) 3 September 2003 (2003-09-03) paragraphs '0013! - '0029!; figures 2-5	1, 3, 6, 9, 23, 27, 28, 29, 32
A	DE 27 12 839 A1 (THE GLACIER METAL CO., LTD) 6 October 1977 (1977-10-06)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/002783

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102004005920 A1	19-08-2004	US 2004157719 A1 GB 2400054 A	12-08-2004 06-10-2004
US 5906733 A	25-05-1999	AT 171087 T AT 171088 T DE 29680068 U1 DE 29680069 U1 DE 69600665 D1 DE 69600665 T2 DE 69600666 D1 DE 69600666 T2 DK 806986 T3 DK 806987 T3 EP 0806986 A1 EP 0806987 A1 ES 2124079 T3 ES 2122777 T3 WO 9623589 A1 WO 9623590 A1 GB 2297499 A ,B GB 2297505 A ,B JP 11503662 T JP 10513107 T ZA 9600684 A ZA 9600685 A	15-10-1998 15-10-1998 13-02-1997 13-02-1997 22-10-1998 20-05-1999 22-10-1998 20-05-1999 14-06-1999 14-06-1999 19-11-1997 19-11-1997 16-01-1999 16-12-1998 08-08-1996 08-08-1996 07-08-1996 07-08-1996 30-03-1999 15-12-1998 16-08-1996 16-08-1996
DE 2205089 A1	24-08-1972	CH 543309 A GB 1329203 A	31-10-1973 05-09-1973
US 3784092 A	08-01-1974	GB 1390768 A CH 561570 A5 DE 2220546 A1 ES 402125 A1 FR 2134522 A5 IT 952764 B NL 7205669 A	16-04-1975 15-05-1975 09-11-1972 01-11-1975 08-12-1972 30-07-1973 31-10-1972
EP 1340547 A	03-09-2003	US 2003162645 A1 CN 1440838 A EP 1340547 A2	28-08-2003 10-09-2003 03-09-2003
DE 2712839 A1	06-10-1977	GB 1525833 A BR 7701738 A ES 457159 A1 FR 2345218 A1 IT 1117156 B JP 52129062 A SU 791206 A3 US 4230581 A	20-09-1978 20-12-1977 01-03-1978 21-10-1977 17-02-1986 29-10-1977 23-12-1980 28-10-1980

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/002783

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B04B5/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B04B F01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,A	DE 10 2004 005920 A1 (FLEETGUARD, INC) 19. August 2004 (2004-08-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-40, 42-76
A	US 5 906 733 A (THE GLACIER METAL COMPANY LIMITED; PURVEY, RONALD, JAMES) 8. August 1996 (1996-08-08) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 6, Zeile 56 Spalte 7, Zeile 66 - Spalte 9, Zeile 5; Abbildungen 2,3	1-3,6, 8-10,13, 14,20, 22, 24-27, 29,31, 32,35, 37,38, 41,49, 60,62

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juli 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/07/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Strodel, K-H

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 22 05 089 A1 (THE GLACIER METAL CO. LTD) 24. August 1972 (1972-08-24) Seiten 4-6; Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-3 -----	1-3,6,9, 11,13, 14,20, 22, 24-29, 31,37, 41,49,60
A	US 3 784 092 A (GIBSON R,GB) 8. Januar 1974 (1974-01-08) das ganze Dokument -----	1-3,9, 10,24, 28,30,33
A	EP 1 340 547 A (FLEETGUARD, INC) 3. September 2003 (2003-09-03) Absätze '0013! - '0029!; Abbildungen 2-5 -----	1,3,6,9, 23,27, 28,29,32
A	DE 27 12 839 A1 (THE GLACIER METAL CO.,LTD) 6. Oktober 1977 (1977-10-06) -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/002783

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004005920 A1	19-08-2004	US 2004157719 A1	12-08-2004
		GB 2400054 A	06-10-2004
US 5906733 A	25-05-1999	AT 171087 T	15-10-1998
		AT 171088 T	15-10-1998
		DE 29680068 U1	13-02-1997
		DE 29680069 U1	13-02-1997
		DE 69600665 D1	22-10-1998
		DE 69600665 T2	20-05-1999
		DE 69600666 D1	22-10-1998
		DE 69600666 T2	20-05-1999
		DK 806986 T3	14-06-1999
		DK 806987 T3	14-06-1999
		EP 0806986 A1	19-11-1997
		EP 0806987 A1	19-11-1997
		ES 2124079 T3	16-01-1999
		ES 2122777 T3	16-12-1998
		WO 9623589 A1	08-08-1996
		WO 9623590 A1	08-08-1996
		GB 2297499 A ,B	07-08-1996
		GB 2297505 A ,B	07-08-1996
		JP 11503662 T	30-03-1999
		JP 10513107 T	15-12-1998
		ZA 9600684 A	16-08-1996
		ZA 9600685 A	16-08-1996
DE 2205089 A1	24-08-1972	CH 543309 A	31-10-1973
		GB 1329203 A	05-09-1973
US 3784092 A	08-01-1974	GB 1390768 A	16-04-1975
		CH 561570 A5	15-05-1975
		DE 2220546 A1	09-11-1972
		ES 402125 A1	01-11-1975
		FR 2134522 A5	08-12-1972
		IT 952764 B	30-07-1973
		NL 7205669 A	31-10-1972
EP 1340547 A	03-09-2003	US 2003162645 A1	28-08-2003
		CN 1440838 A	10-09-2003
		EP 1340547 A2	03-09-2003
DE 2712839 A1	06-10-1977	GB 1525833 A	20-09-1978
		BR 7701738 A	20-12-1977
		ES 457159 A1	01-03-1978
		FR 2345218 A1	21-10-1977
		IT 1117156 B	17-02-1986
		JP 52129062 A	29-10-1977
		SU 791206 A3	23-12-1980
		US 4230581 A	28-10-1980